



**Anayza Cebola do Espírito Santo Soares**

Licenciatura em Engenharia Biomédica

**Métrica Vertebral: Alterações biomecânicas da  
coluna vertebral em indivíduos com Espondilite  
Anquilosante**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Biomédica**

Orientadora: Professora Doutora Cláudia Quaresma, Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa

Co-orientador: Professor Doutor Fernando M. Pimentel-Santos, Professor auxiliar na NOVA *Medical School* | Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa, Assistente Graduado de Reumatologia do Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental, Hospital de Egas Moniz, Lisboa



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Setembro, 2017**



## **Métrica Vertebral: Alterações biomecânicas da coluna vertebral em indivíduos com Espondilite Anquilosante**

Copyright © Anayza Cebola do Espírito Santo Soares, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.





*"Think like a proton, always positive"*

*Unknown*



## AGRADECIMENTOS

A realização deste projecto não seria possível sem o apoio de diversas pessoas.

Em primeiro lugar que agradecer aos meus orientadores, Cláudia Quaresma e Fernando Pimentel-Santos, por me terem lançado este desafio e pela dedicação ao longo deste projecto. Queria agradecer também à Ana Teresa Gabriel por toda a ajuda que me deu ao longo destes meses.

À Alda Saraiva um grande obrigada pela leitura atenta desta tese. Ao Professor André Mora e ao Professor Miguel Fonseca um grande obrigada pela ajuda na realização deste projecto.

Um especial obrigada à Fundação António Aleixo por todo o apoio prestado durante estes cinco anos.

Queria agradecer aos meus pais por todo o esforço, paciência e dedicação. Sempre foram um grande apoio na minha vida e sem vocês nada disto seria possível. Um especial obrigada à minha mãe por todo o apoio incondicional, foi contigo que aprendi o "insiste, persiste e não desiste". À minha avó Lourdes, um gigante obrigada por todo o amor e carinho. À minha irmã, por quem tenho um carinho especial, um grande obrigada pela confiança e cumplicidade, sem saberes ajudaste-me a crescer. Aos meus tios e padrinhos obrigada pela disponibilidade para me ouvir e por todo o carinho. Um especial obrigada ao meu tio emprestado, Álvaro Delgado por toda a orientação ao longo da minha vida, deixaste muita saudade.

Uma das melhores coisas que a vida tem são os amigos. É com eles que vivemos os momentos mais insólitos da nossa vida. Para quem é deslocado, os amigos tornam-se a sua família, o seu apoio, sofrem todos do mesmo mas em conjunto. São a nossa companhia, partilhamos lágrimas, sorrisos, frustrações e gargalhadas. A todos os meus amigos queria agradecer do fundo do coração por todo o amor que me deram. Mesmo aqueles que deixei na terrinha, sempre me apoiaram e disponibilizaram-se para estar comigo mesmo que fosse por pouco tempo. A todos aqueles com quem partilhei noites de estudo na faculdade, as ansiedades e nervosismos. Todos os que me apoiaram principalmente nestes últimos dois anos, quando o caminho se tornou mais difícil, um enorme obrigada. Um sincero obrigada ao Diogo Saraiva pela amizade e paciência nas fases mais difíceis.

Por fim, quero agradecer a todos aqueles que não mencionei e que influenciaram positivamente este meu percurso.



## RESUMO

---

A análise das alterações biomecânicas da coluna vertebral na posição ortostática é extremamente relevante para delinear estratégias de intervenção direccionadas para a problemática de cada pessoa. Porém, esta análise tem sido travada pela inexistência de metodologias não invasivas que façam a análise global da coluna vertebral.

Neste contexto, foi desenvolvido o Métrica Vertebral, um instrumento, de carácter não invasivo, que permite a análise global da coluna vertebral, na posição ortostática, através da identificação automática da posição tridimensional do vértice de cada apófise espinhosa, aferindo sobre as alterações biomecânicas da coluna vertebral.

A Espondilite Anquilosante é uma doença reumática crónica, de etiologia desconhecida, que afecta a vida pessoal e profissional do indivíduo, diminuindo, significativamente, a sua qualidade de vida. É caracterizada, principalmente, por raquialgias e alterações da biomecânica da coluna vertebral.

Recorrendo ao Métrica Vertebral, este projecto teve como objectivos principais: identificar e analisar os factores relacionados com as alterações da biomecânica da coluna vertebral em doentes com Espondilite Anquilosante; desenvolver uma interface clínica adaptada à patologia e com uma forte componente de visualização da coluna vertebral; criar uma base de dados para registo dos parâmetros analisados através da interface clínica, incluindo os dados obtidos pelo Métrica Vertebral.

Esta dissertação esteve integrada num projecto mais abrangente, aceite pela comissão de ética do Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental e contou com uma amostra de catorze indivíduos. De maneira a analisar e relacionar informação, foram preenchidos questionários e adquiridas nove aquisições, com o Métrica Vertebral, por indivíduo. A análise dos dados obtidos, demonstrou a existência de uma oscilação ântero-posterior da posição de equilíbrio e uma rectificação da cifose dorsal e da lordose lombar. Os dados demonstraram ainda, que os indivíduos possuíam uma boa capacidade funcional e mobilidade axial, não tendo sinais de uma doença muito activa.

**Palavras-chave:** Métrica Vertebral; Espondilite Anquilosante; Coluna Vertebral; Biomecânica.

---



## ABSTRACT

---

The analysis of biomechanical alterations in the spine, while standing, is of extreme relevance, since it provides all the necessary data to elaborate unique intervention strategies towards each spine related pathology. However, this analysis has been hampered by the inexistence of non invasive methodologies that make it impossible to perform a complete analysis of the spine.

In order to provide this kind of analysis, the Vertebral Metrics was developed. It is a device that automatically evaluates the three-dimensional position of each apophysis spine's vertex. This way, biomechanical changes can be evaluated.

Ankylosing Spondylitis is a chronic rheumatologic disease, of unknown ethology, that affects the individual's personal and professional life since it decreases its quality since it changes the amplitude of curvature angles, affecting the spine's biomechanical function directly, bringing severe back pain as consequence.

Using the Vertebral Metric, this project had as main objectives the following: to identify and analyse the factors related to the biomechanics alterations of the spine in patients with Ankylosing Spondylitis; to develop a clinical interface focus in the pathology and with a strong component of visualization of the vertebral column; and to create a database for recording the parameters analysed through the clinical interface, including the information obtained with the Vertebral Metrics.

This dissertation was part of a project that covered several areas, accepted by the ethics committee of the Hospital Center of Western Lisbon and had a sample of fourteen individuals. In order to analyse and relate the obtained data, questionnaires were completed and nine acquisitions were obtained, for each individual, using the Vertebral Metrics. From the analysis performed, it was concluded that there is an oscillation in the equilibrium position and that individuals have a rectification of the dorsal kyphosis and the lumbar lordosis. From the sampled population analysed, it was verified that individuals have good functional capacity and axial mobility which means that Ankylosing Spondylitis is not in an advance state.

**Keywords:** Vertebral Metrics; Ankylosing Espondylitis; Spine; Biomechanics

---





# ÍNDICE

<b>Lista de Figuras</b>	<b>xv</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>xvii</b>
<b>Siglas</b>	<b>xix</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
<b>2 Fundamentação Teórica</b>	<b>5</b>
2.1 Descrição dos Planos e Eixos Anatômicos . . . . .	5
2.2 A Coluna Vertebral . . . . .	6
2.2.1 Anatomia e Biomecânica da Coluna Vertebral . . . . .	7
2.2.2 Alterações Biomecânicas da Coluna Vertebral . . . . .	10
2.3 Espondilite Anquilosante . . . . .	12
2.3.1 Diagnóstico e Avaliação da Espondilite Anquilosante . . . . .	13
2.4 Instrumentos de Avaliação da Coluna Vertebral . . . . .	19
<b>3 Interface Clínica e Base de Dados</b>	<b>25</b>
3.1 Desenvolvimento da Interface Clínica . . . . .	25
3.1.1 Descrição e Objectivos . . . . .	26
3.1.2 Pré-requisitos . . . . .	27
3.1.3 Base de Dados . . . . .	29
3.1.4 Funcionalidades . . . . .	30
<b>4 Procedimento Experimental</b>	<b>33</b>
4.1 Projecto, Critérios e Questionários/Escalas . . . . .	33
4.2 Instrumentos e Metodologia . . . . .	34
<b>5 Resultados e Discussão</b>	<b>37</b>
5.1 Análise Estatística . . . . .	37
5.2 Caracterização Demográfica da Amostra . . . . .	38
5.3 Posição Tridimensional dos Vértices das Apófises Espinhas . . . . .	40
5.4 Amplitude dos Ângulos de Curvatura da Coluna Vertebral . . . . .	42
5.5 Factores Sócio-demográficos e Parâmetros Específicos da Patologia . . . . .	43

## ÍNDICE

---

<b>6</b>	<b>Conclusões e Perspectivas Futuras</b>	<b>47</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>51</b>
<b>A</b>	<b>Base de Dados</b>	<b>57</b>
<b>B</b>	<b>Manual de Utilizador</b>	<b>59</b>
<b>C</b>	<b>Questionários</b>	<b>77</b>
<b>D</b>	<b>Análise Estatística</b>	<b>87</b>
<b>E</b>	<b>Póster</b>	<b>101</b>

## LISTA DE FIGURAS

2.1	Planos e eixos anatómicos. Retirado de [12]. . . . .	6
2.2	Coluna Vertebral vista lateralmente (Plano Sagital). Retirado de [14]. . . . .	7
2.3	Vista Posterior da Vértebra. Retirado de [13]. . . . .	8
2.4	Disco intervertebral. Retirado de [13]. . . . .	9
2.5	Movimentos da coluna vertebral. Adaptado de [16]. . . . .	9
2.6	Ilustração do método de Cobb. Adaptado de [7, 17]. . . . .	11
2.7	Ilustração das alterações biomecânicas da coluna vertebral em indivíduos com Espondilite Anquilosante. Adaptado de [34]. . . . .	12
2.8	Exemplo de avaliação de exames radiológicos. Adaptado de [44]. . . . .	17
2.9	Limites seleccionados para os estados de actividade da doença. Adaptado de [45]. . . . .	19
2.10	Métodos não-invasivos. a), b), d) Retirado de [12], c) Retirado de [46] e e) retirado de [49]. . . . .	21
2.11	Primeiro protótipo, puramente mecânico, do Métrica Vertebral. Adaptado de [6]. . . . .	22
2.12	Segundo Protótipo, semi-automático, do Métrica Vertebral composto por um diodo laser e duas câmaras de vídeo RGB. Adaptado de [51]. . . . .	22
2.13	Terceiro protótipo, automático, do Métrica Vertebral. . . . .	23
3.1	Janela da interface do Métrica Vertebral, em <i>VisualStudio</i> . . . . .	25
3.2	Janela principal da interface clínica <b>Reuma-SpA</b> . . . . .	27
3.3	Diagrama simplificado da Base de Dados. PK - Chave primária, FK - Chave secundária. . . . .	29
3.4	Janela com a lista de indivíduos presentes na base de dados, onde o utilizador pode escolher o indivíduo pretendido. . . . .	31
3.5	Janela de monitorização da evolução clínica do indivíduo ao longo do tempo. . . . .	31
4.1	Diagrama da recolha de dados. Três séries, de três aquisições cada, separadas de um intervalo de um minuto. . . . .	35
4.2	Metodologia de recolha de dados. . . . .	36
5.1	Deslocação do centro de gravidade, existindo uma flexão dos membros inferiores para manter o equilíbrio. Retirado de [62]. . . . .	41

5.2	Gráfico representativo das oscilações ântero-posteriores entre três aquisições de um indivíduo da amostra. . . . .	41
5.3	Gráfico dos valores médios dos ângulos de curvaturas, com um intervalo de confiança a 95%, contendo os limites a 34°e 79°. . . . .	43
5.4	Gráfico com as pontuações obtidas através das escalas visuais analógicas referentes aos parâmetros específicos da Espondilite Anquilosante. . . . .	45

## LISTA DE TABELAS

2.1	Critérios de Classificação de Nova Iorque modificados. Adaptado de [36]. . .	13
2.2	Critérios de <i>Assessment of SpondyloArthritis international Society</i> (ASAS) para classificação da Espondiloartrite (SpA) Axial. Adaptado de [38]. . . . .	13
2.3	BASMI: <i>Bath Ankylosing Espondylitis Metrology Index</i> . . . . .	17
5.1	Coefficiente de <i>Spearman</i> , para cada coordenada, da Quinta vértebra dorsal (D5) para a 2ª Série (Aq-Aquisição). . . . .	40
5.2	Coefficiente de <i>Spearman</i> ( $\rho$ ), para cada coordenada, da média de cada série para a D5 (S - Série). . . . .	42
5.3	Resultado da regressão linear múltipla com o método selecção <i>Forward</i> , para o arco-tangente da média dos ângulos de curvatura e o parâmetro <i>Bath Ankylosing Espondylitis Metrology Index</i> (BASMI). . . . .	44



## SIGLAS

AINEs	Anti-inflamatórios não esteróides.
ASAS	<i>Assessment of SpondyloArthritis international Society.</i>
ASDAS	<i>Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score.</i>
BASDAI	<i>Bath Ankylosing Espondylitis Disease Activity Index.</i>
BASFI	<i>Bath Ankylosing Espondylitis Functional Index.</i>
BASMI	<i>Bath Ankylosing Espondylitis Metrology Index.</i>
C1	Primeira vértebra cervical.
C2	Segunda vértebra cervical.
C6	Sexta vértebra cervical.
C7	Sétima vértebra cervical.
CEDOC	Centro de Estudo de Doenças Crónicas.
CHLO	Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental.
D1	Primeira vértebra dorsal.
D12	Décima segunda vértebra dorsal.
D2	Segunda vértebra dorsal.
D5	Quinta vértebra dorsal.
DMARDs	Drogas modificadoras da acção da doença.
FCT	Faculdade de Ciências e Tecnologias.
IMC	Índice de Massa Corporal.
L1	Primeira vértebra lombar.
L5	Quinta vértebra lombar.
mSASSS	<i>Modified Stoke Ankylosing Spondylitis Spinal Score.</i>

PCR Proteína C Reactiva.

S1 Primeira vértebra sagrada.

SpA Espondiloartrite.

UNL Universidade Nova de Lisboa.

UV Ultravioleta.

VLI Vértebra Limite Inferior.

VLS Vértebra Limite Superior.

VS Velocidade de Sedimentação Sanguínea.



# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

As raquialgias, conhecidas como dores de costas, representam um grave problema na sociedade moderna. Estima-se que cerca de 80% da população já sofreu deste tipo de dores pelo menos uma vez na sua vida, sendo a principal causa deste problema, as alterações biomecânicas da coluna vertebral [1].

Segundo Pimentel et al. [2] e Martins et al. [3], existe uma lacuna considerável na caracterização das alterações da biomecânica da coluna vertebral que ocorrem ao longo do tempo. A escassez de estudos nesta área pode ser o reflexo da dificuldade em efectuar medições quantitativas das alterações biomecânicas da coluna vertebral. A análise destas alterações em indivíduos afectados por diversas patologias tem sido travada pela necessidade de recurso a metodologias invasivas o que torna difícil a repetição de avaliações. Por outro lado, os meios não invasivos disponíveis permitem apenas análises parciais da coluna vertebral, não oferecendo uma visão global [4].

Houve então, necessidade de desenvolver um equipamento não invasivo para analisar a coluna vertebral, de uma forma global, na posição ortostática – surgiu assim o "Métrica Vertebral". Este aparelho preenche a lacuna dos exames complementares de diagnóstico, ao permitir uma análise repetida sem prejuízo do indivíduo [5]. O facto de ser menos dispendioso e pouco exigente em termos de logística, torna possível o seu uso em diferentes contextos, ambulatório ou em ambiente hospitalar, no sector público ou privado [4, 5].

O Métrica Vertebral permite a identificação a três dimensões do vértice de cada uma das apófises espinhosas, desde a Primeira vértebra cervical (C1) até à Primeira vértebra sacrada (S1). Após a inserção dos referidos dados no modelo matemático, é possível estimar a amplitude dos ângulos da coluna vertebral bem como os desvios laterais [1, 4].

Este sistema foi anteriormente aplicado em amostras de mulheres saudáveis, com o objectivo de analisar o impacto da gravidez [6] e da hipertrofia mamária [7] nas alterações biomecânicas da coluna vertebral.

A presente dissertação pretende que o Métrica Vertebral seja aplicado, pela primeira vez, em indivíduos com patologia inflamatória do foro reumatológico, nomeadamente, na Espondilite Anquilosante. É conhecido que as doenças reumáticas têm uma elevada prevalência e um impacto negativo a nível da saúde pública. A Espondilite Anquilosante é uma doença reumática crónica de etiologia desconhecida que surge habitualmente, na segunda ou terceira década de vida, e que se caracteriza pela inflamação da coluna vertebral e das articulações sacroilíacas, exercendo um impacto negativo no contexto socioeconómico do indivíduo [2]. Raquialgias e alterações biomecânicas da coluna vertebral são os principais sintomas e sinais da evolução da doença, traduzidas pelas alterações da amplitude dos ângulos das curvaturas, sendo caracterizadas pelo aumento da cifose dorsal e rectificação da coluna lombar [3, 8]. Este tipo de progressão compromete o desempenho das actividades da vida diária, profissionais e de lazer o que contribui para a redução da qualidade de vida do indivíduo [3].

Devido às características inovadoras e não invasivas do Métrica Vertebral, este instrumento permite fazer a caracterização quantitativa das alterações biomecânicas da coluna vertebral ao longo do tempo em indivíduos com Espondilite Anquilosante, contribuindo para delinear e avaliar o impacto de diferentes estratégias preventivas/terapêuticas. Este instrumento não se esgota na amostra da presente investigação, tendo potencial para poder, no futuro, ser aplicado à população em geral e em áreas como ortopedia, neurocirurgia, pediatria e reabilitação [4].

Neste estudo, o Métrica Vertebral foi aplicado, pela primeira vez, numa população de doentes com Espondilite Anquilosante com o intuito de identificar as alterações biomecânicas associadas à doença desenvolvendo, pela primeira vez, uma base de dados para registo da informação obtida através da interface clínica, o que representa uma inovação nesta área. Assim sendo, descrevem-se seguidamente os objectivos específicos desta dissertação de mestrado:

- Desenvolvimento, optimização e validação, em contexto clínico, do protocolo de aquisição de parâmetros biomecânicos;
- Adaptação da interface clínica de análise de dados, anteriormente desenvolvida, à Espondilite Anquilosante, com especial atenção à componente de visualização da coluna vertebral;
- Análise da posição X, Y e Z do vértice de cada uma das apófises espinhosas, da Sexta vértebra cervical (C6) à S1, e dos ângulos da cifose dorsal e lordose lombar;
- Elaboração de uma base de dados para registo dos parâmetros obtidos através da nova interface clínica;
- Correlação dos dados biomecânicos da coluna vertebral com parâmetros sociodemográficos, anátomo-clínicos e funcionais associados à Espondilite Anquilosante.

---

O tema foi proposto pela Professora Cláudia Quaresma, pelo Professor Doutor Fernando Pimentel-Santos e pela aluna de Doutoramento Ana Gabriel, que participaram na orientação da presente dissertação. A autora teve a oportunidade de, através de um estágio, presenciar o desenvolvimento do terceiro protótipo do Métrica Vertebral. Visto que a análise da coluna vertebral em pacientes com Espondilite Anquilosante é feita meramente com dispositivos de natureza invasiva, considerou-se pertinente utilizar o Métrica Vertebral com o intuito de analisar as alterações biomecânicas da coluna vertebral, de uma forma não-invasiva, em pacientes afectados por esta patologia.

Este estudo está inserido num projecto alargado, que tem como objectivo avaliar o papel do músculo no desencadeamento e na progressão da doença. Designado por *MyoSpA*, este projecto foi aprovado pela comissão de ética do Hospital de Egas Moniz do Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental (CHLO) e visto abranger diversas áreas, foi reunida uma equipa multidisciplinar com o intuito de integrar áreas de conhecimento que permitam o desenvolvimento da percepção sobre este tema. Durante toda a investigação estiveram envolvidos elementos das seguintes entidades:

- **Departamento de Física** – Faculdade de Ciências e Tecnologias (FCT), Universidade Nova de Lisboa (UNL);
- **Centro de Estudo de Doenças Crónicas (CEDOC)** – *NOVA Medical School*, UNL;
- **Serviço de Reumatologia do CHLO, Hospital de Egas Moniz.**



## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão descritos alguns conceitos teóricos nomeadamente, os planos e eixos anatómicos do corpo humano, a anatomia e biomecânica da coluna vertebral, bem como as suas alterações e os factores que as influenciam e, ainda, os instrumentos e métodos de avaliação. Será também descrita a Espondilite Anquilosante, os métodos de diagnóstico, caracterização e avaliação, bem como as alterações biomecânicas da coluna vertebral provocadas por esta patologia.

### 2.1 Descrição dos Planos e Eixos Anatômicos

Para descrever um movimento do corpo humano, tem que existir uma posição de referência e, como tal, a orientação corporal convencional do corpo humano designa-se por posição anatómica ou descritiva: o indivíduo, olhando para a frente sem qualquer inclinação da cabeça, de pé, direito, com os calcanhares unidos, os membros superiores pendentes ao longo do corpo, as palmas das mãos voltadas para a frente com os dedos estendidos e unidos, com o polegar situado lateralmente [9–11].

O indivíduo na posição anatómica é intersectado por três planos imaginários – planos descritivos ou de referência - que se intersectam em um ponto único, conhecido como centro de massa do corpo ou centro de gravidade (Figura 2.1) [9, 10]:

- **Plano Sagital:** também conhecido como plano ântero-posterior, divide o corpo verticalmente, pelo meio da coluna vertebral, nas metades direita e esquerda. Fornece ainda as noções de medial/interno, próximo da linha média do corpo, e lateral/externo, afastado da linha média do corpo;
- **Plano Coronal:** perpendicular ao plano sagital, também denominado por plano frontal, divide o corpo na vertical, nas metades anterior ou ventral (frente) e posterior ou dorsal (atrás);

- **Plano Axial:** também conhecido por transverso, separa o corpo horizontalmente nas metades superior, próximo da cabeça, e inferior, ponto mais afastado em relação à cabeça.

Em cada um destes planos, os movimentos ocorrem em redor de um eixo imaginário, perpendicular ao plano, que atravessa a articulação na qual é inserido [10, 11]:

- **Eixo médio-lateral:** linha imaginária ao redor da qual ocorrem as rotações no plano sagital, como, por exemplo, flexão e extensão do tronco para a frente e para trás;
- **Eixo ântero-posterior:** linha imaginária ao redor da qual ocorrem as rotações no plano frontal, como, por exemplo, flexão lateral do tronco;
- **Eixo longitudinal:** linha imaginária ao redor da qual ocorrem as rotações no plano transverso, como, por exemplo, as rotações das articulações intersomáticas (entre vertebrae).

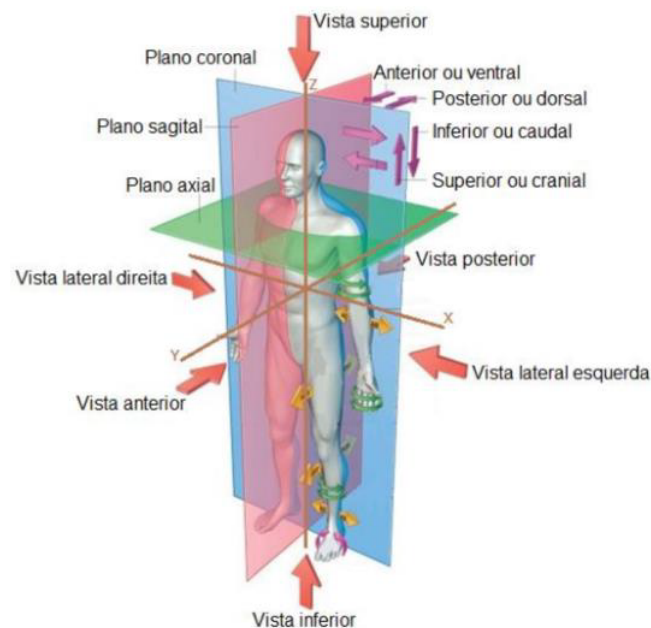


Figura 2.1: Planos e eixos anatômicos. Retirado de [12].

## 2.2 A Coluna Vertebral

Localizada na porção posterior e mediana do tronco, a coluna vertebral é um segmento complexo, resistente, flexível e funcionalmente significativo do corpo humano. É composta por vértebras e cartilagem, possibilitando a movimentação em todos os três planos e ainda protege a delicada estrutura da medula espinal [10, 11]. Esta possui cinco funções principais [13]:

- Suportar o peso da cabeça e do tronco;
- Proteger a medula espinal;
- Permitir que os nervos raquidianos abandonem a medula espinal;
- Proporcionar um local de inserção muscular;
- Permitir o movimento da cabeça e do tronco.

### 2.2.1 Anatomia e Biomecânica da Coluna Vertebral

A coluna vertebral (Figura 2.2) é constituída por trinta e três ou trinta e quatro vértebras divididas estruturalmente em cinco regiões. De cima para baixo, existe a região cervical constituída por sete vértebras, a região torácica constituída por doze vértebras, a região lombar constituída por cinco vértebras, a região sacrada constituída por cinco vértebras que se fundem num único osso, o sacro, e a região coccígea constituída por quatro ou cinco vértebras que também se fundem num único osso, o cóccix [10, 11].

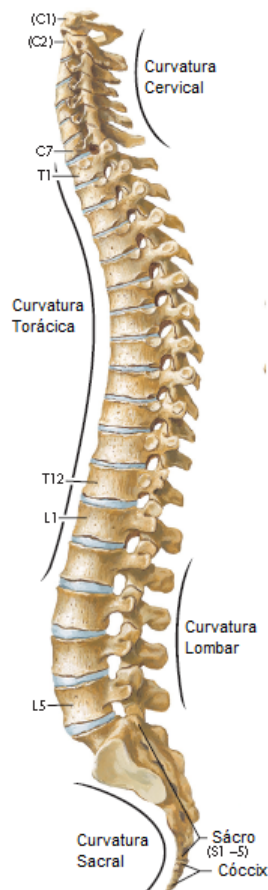


Figura 2.2: Coluna Vertebral vista lateralmente (Plano Sagital). Retirado de [14].

Apesar de existir um aumento progressivo do tamanho das vértebras, com direcção descendente desde a região cervical até à região sacrada, e de pertencerem a diferentes

regiões, as vértebras possuem um formato base (Figura 2.3). São compostas por um corpo vertebral, um arco vertebral e diversos processos ósseos [9–11, 13, 15]:

- **Corpo vertebral:** porção espessa e volumosa, em forma de segmento cilíndrico, com superfícies achatadas que se orientam superior e inferiormente, é habitualmente a parte com maiores dimensões, sendo responsável pelo suporte do peso;
- **Arco vertebral:** arco ósseo de concavidade anterior que pode dividir-se em duas metades, direita e esquerda, sendo formado lateralmente pelos pedículos e pelas lâminas;
- **Lâmina dos arcos vertebrais:** em número de duas, têm uma forma quadrilátera e achatada e formam a parede posterior do buraco vertebral;
- **Pedículos dos arcos vertebrais:** são duas porções ósseas, finas e estreitas, que unem o corpo vertebral e a zona posterior da vértebra.
- **Apófise espinhosa:** saliência mediana posterior. Contém uma base, que a prende à vértebra, um vértice, duas faces laterais (direita e esquerda), um bordo superior e outro inferior. Local de inserção muscular e reforço da coluna vertebral, permitindo o movimento;
- **Apófises transversas:** duas eminências horizontais e transversais, uma esquerda e outra direita, sendo o local de inserção muscular;
- **Apófises articulares:** quatro saliências verticais pelas quais a vértebra se une às vértebras vizinhas, sendo duas ascendentes e duas descendentes, fortalecendo a coluna vertebral e permitindo os movimentos.

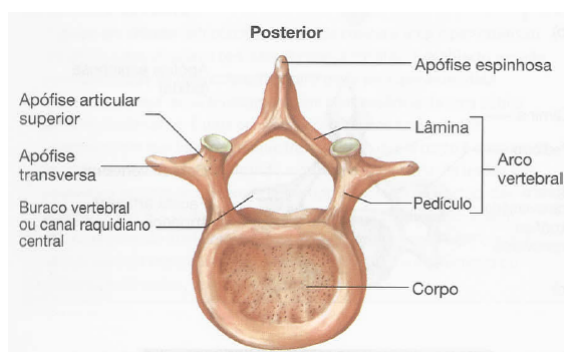


Figura 2.3: Vista Posterior da Vértebra. Retirado de [13].

As articulações entre corpos vertebrais adjacentes são asseguradas com discos fibrocartilagenosos intercalados – discos intervertebrais – que incorporam duas estruturas funcionais: um espesso anel externo, composto por cartilagem fibrosa, denominado anel fibroso, que circunda um material central gelatinoso conhecido como núcleo pulposos [10].



Os discos intervertebrais (Figura 2.4) mantêm os corpos vertebrais unidos, evitando o atrito entre eles e proporcionando um suporte adicional, sendo resistentes à compressão que é a forma mais comum de sobrecarga a que a coluna vertebral é submetida [10, 13].

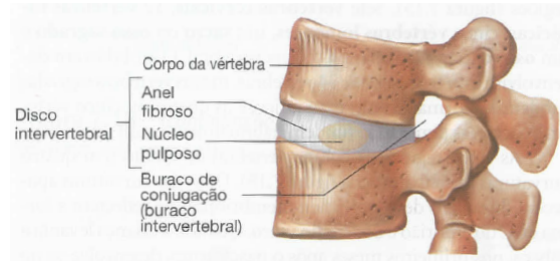


Figura 2.4: Disco intervertebral. Retirado de [13].

Os arcos vertebrais e as faces posteriores dos corpos rodeiam a ampla abertura, chamada buraco intervertebral. Os vários buracos vertebrais de vértebras adjacentes associam-se formando o canal vertebral, que tem como função proteger a medula espinal e os vasos sanguíneos associados [10, 13].

O suporte do peso da cabeça, do tronco e dos membros superiores é garantido pelo conjunto dos corpos vertebrais e dos discos intervertebrais, transformando a coluna num órgão estático [9]. No entanto, o conjunto dos arcos vertebrais confere à coluna vertebral a capacidade de executar movimentos (Figura 2.5), tornando-a num órgão cinético ou de movimento o que permite movimentos de extensão ou flexão, inclinação lateral e rotação [9].

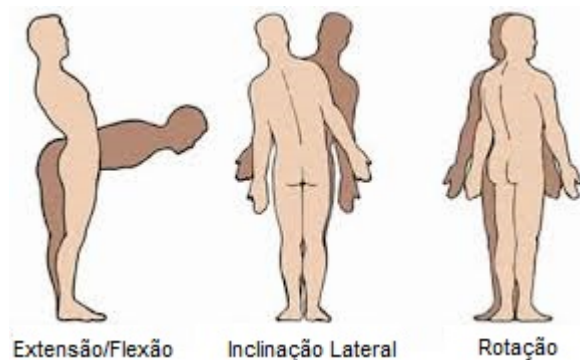


Figura 2.5: Movimentos da coluna vertebral. Adaptado de [16].

A coluna vertebral apresenta quatro curvaturas ântero-posteriores ou sagitais, agrupadas em [9, 11]:

- **Curvaturas primárias:** estão presentes desde o nascimento e designam-se por cifose dorsal e cifose sacral, ambas com concavidade anterior;
- **Curvaturas vertebrais secundárias:** desenvolvem-se em decorrência da sustentação de peso em uma posição erecta e designam-se por lordose lombar e lordose cervical, ambas com concavidade posterior.

### 2.2.2 Alterações Biomecânicas da Coluna Vertebral

A coluna vertebral possibilita a absorção de choques sem ocasionar lesões na coluna vertebral, no entanto é influenciada pela hereditariedade, condições patológicas, estado mental do indivíduo e forças às quais a coluna é submetida habitualmente [11]. Factores como um estilo de vida sedentário, obesidade, posturas incorrectas e malformações congénitas podem originar alterações biomecânicas na coluna vertebral [15], tais como:

- **Hipercifose dorsal:** Agravamento da concavidade anterior na zona dorsal;
- **Hipocifose dorsal:** Rectificação da concavidade anterior na zona dorsal;
- **Hiperlordose lombar:** Agravamento da concavidade posterior na zona lombar;
- **Hipolordose lombar:** Rectificação da concavidade posterior na zona lombar;
- **Escoliose:** Desvio lateral da coluna vertebral.

De maneira a determinar a amplitude dos ângulos de curvatura da coluna vertebral, em 1948, *John Robert Cobb* desenvolveu um método para, através das radiografias da coluna vertebral, calcular a amplitude dos ângulos das curvaturas fisiológicas (Figura 2.6). Este designa-se por Método de *Cobb* e dispõe da seguinte metodologia [6]:

1. Identificar a Vértebral Limite Superior (Vértebra Limite Superior (VLS)) e a Vértebra Limite Inferior (Vértebra Limite Inferior (VLI));
2. Traçar uma recta tangente a cada uma das vértebras escolhidas;
3. Traçar duas rectas perpendiculares às rectas tangentes;
4. Verificar qual a amplitude do ângulo formado pela intersecção das rectas perpendiculares.

Tanto a identificação das vértebras como a amplitude normal dos ângulos varia consoante os autores [6].

No que diz respeito à identificação da VLS e VLI para o cálculo da cifose dorsal alguns autores utilizam a Primeira vértebra dorsal (D1) e Décima segunda vértebra dorsal (D12) [18, 19] enquanto outros preferem a Sétima vértebra cervical (C7) e D12 [20] ou a Segunda vértebra dorsal (D2) e D12 [21].

Em relação à identificação da VLS e VLI para o cálculo da lordose lombar existem muitos autores que consideram a D12 e S1 mais apropriadas [22–26], ao passo que outros defendem que as mais apropriadas são a Primeira vértebra lombar (L1) e S1 [18] ou a L1 e Quinta vértebra lombar (L5) [19].

O modelo matemático da coluna vertebral, utilizado nesta dissertação, foi o mesmo que a dissertação de doutoramento da Prof. Cláudia Quaresma [6] onde utiliza a D1 e D12 e a L1 e S1 como VLS e VLI, para a cifose dorsal e a lordose lombar, respectivamente.

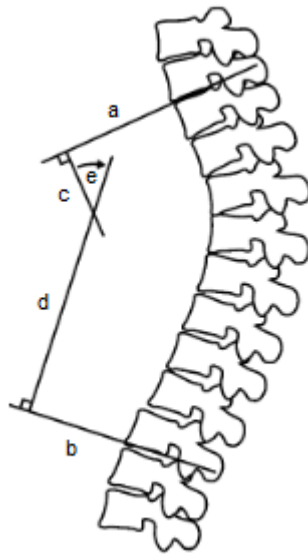


Figura 2.6: Ilustração do método de Cobb: a - Recta tangente à VLS; b - Recta tangente à VLI; c - Recta perpendicular à recta "a"; d - Recta perpendicular à recta "b"; e - Ângulo de Cobb. Adaptado de [7, 17]

A amplitude normal do ângulo da cifose dorsal é considerada, por alguns autores, o intervalo entre 20° e 40° [27] ou entre 20° e 50° [24, 28], outros autores defendem que esta amplitude tem o valor de 37° [29].

Em relação à amplitude da lordose lombar existe muita discordância entre os diversos autores. Alguns consideram como normal os intervalos entre 33° e 79° [18], 18° e 69° [19], 22° e 54° [22] ou 14° e 69° [24]. Outros, porém, consideram que o ângulo considerado normal tem o valor de 52° [21] ou 60° [30].

Existem diversos factores que são responsáveis pelas alterações biomecânicas da coluna vertebral fugindo dos valores considerados normais, tais como [6]:

- **Idade:** Ao longo dos anos a zona lombar da coluna vertebral tende a sofrer alterações. O facto dos indivíduos adoptarem uma postura em flexão resulta numa rectificação da coluna lombar;
- **Índice de Massa Corporal (IMC):** O aumento do IMC provoca alterações nas curvaturas fisiológicas da coluna vertebral. O aumento precedente de peso e o crescimento do tamanho do abdómen tendem a agravar a lordose lombar;
- **Calçado utilizado:** A utilização regular de saltos altos provoca o deslocamento do centro de gravidade e avanço da região pélvica que tende a ser contrariado, através de alterações posturais, resultando num aumento da lordose lombar;
- **Posição adoptada ao longo do dia:** A posição sentada provoca uma maior pressão, entre os discos intervertebrais, relativamente à posição de pé, o que resulta na rectificação da coluna lombar e no aumento da cifose dorsal;

- **Patologias e Disfunções:** Existem certas disfunções ou patologias associadas que podem criar alterações na biomecânica da coluna vertebral, como o caso das patologias do foro reumatológico como, por exemplo, a Espondilite Anquilosante.

## 2.3 Espondilite Anquilosante

Em 1974, *Moll* e os seus colegas estabeleceram o conceito de um conjunto de doenças designadas por Espondiloartrites, SpA's, onde se encontra incluída a Espondilite Anquilosante [31]. As SpA's podem ser classificadas como Axiais ou Periféricas de acordo com o tipo de envolvimento predominante [32, 33].

Esta é uma doença reumática crónica, de natureza inflamatória, que afecta predominantemente a coluna vertebral e as articulações sacroilíacas, embora todas as articulações possam ser envolvidas. A sua progressão natural poderá levar à anquilose das articulações envolvidas tornando-as rígidas [2].

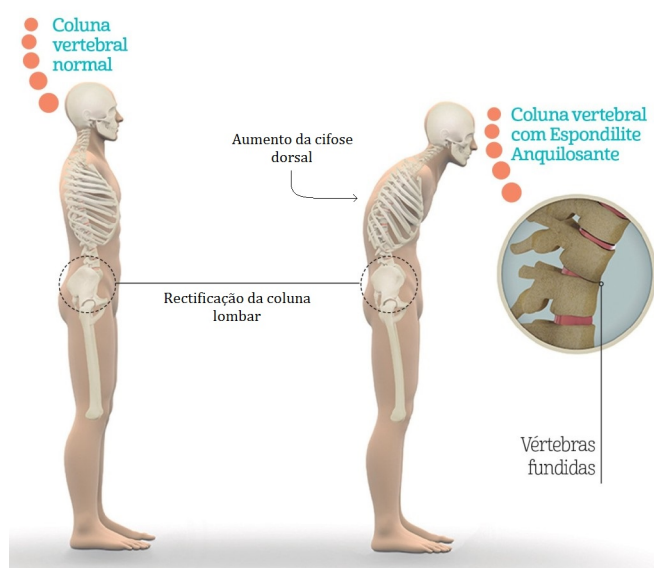


Figura 2.7: Ilustração das alterações biomecânicas da coluna vertebral em indivíduos com Espondilite Anquilosante. Adaptado de [34].

Esta patologia surge habitualmente na 2ª ou 3ª década de vida existindo em todo o mundo, atingindo todas as etnias e provocando um impacto negativo a nível socioeconómico, na qualidade de vida, no bem-estar físico e psicológico do indivíduo [35].

Sendo de etiologia desconhecida, é principalmente caracterizada por raquialgias de ritmo inflamatório condicionando uma rigidez matinal prolongada. Existem, no entanto, outras manifestações clínicas típicas tais como: inflamação no local de inserção do tendão denominada entesite; envolvimento ocular, cutâneo, gastro-intestinal e, mais raramente, de outros sistemas [35, 36].

Apesar da cura, para esta patologia, ser desconhecida, é possível com um tratamento

integrado manter a capacidade funcional e a qualidade de vida do indivíduo. O tratamento *standard* engloba terapêutica farmacológica, Anti-inflamatórios não esteróides (AINEs) e Drogas modificadoras da acção da doença (DMARDs) convencionais e biotecnológicas, e em caso seleccionados, intervenção cirúrgica. Defende-se cada vez mais um tratamento individualizado de cada doente [3, 35–37].

### 2.3.1 Diagnóstico e Avaliação da Espondilite Anquilosante

O diagnóstico da Espondilite Anquilosante é considerado definitivo, se a um critério radiológico estiverem associados pelo menos dois critérios clínicos, através dos critérios de classificação de Nova Iorque modificados (Tabela 2.1) [36].

Tabela 2.1: Critérios de Classificação de Nova Iorque modificados. Adaptado de [36].

Critérios Radiológicos
→ Sacroilíte unilateral classe III ou IV
→ Sacroilíte bilateral classe II
Critérios Clínicos
→ Dor lombosagrada e rigidez com mais de 3 meses de evolução que melhora com o exercício e piora com o repouso
→ Limitação da mobilidade da coluna lombar nos planos sagital e frontal
→ Limitação da mobilidade torácica

O grupo ASAS, que consiste num grupo internacional de especialistas com particular interesse em SpA's criou, mais recentemente, um novo conjunto de critérios para classificação das SpA's, em axial ou periférica com recurso a manifestações clínicas, imagiológicas e genéticas (Tabela 2.2).

Tabela 2.2: Critérios de ASAS para classificação da SpA Axial. Adaptado de [38].

Condições	Sacroilíte em Rx ou IRM + 1 Critério SpA	HLA-B27 positivo + 2 Critérios SpA
Critérios SpA	Dor lombar inflamatória Artrite Entesite Uveíte Dactilite Psoríase Doença e <i>Crohn</i> ou Colite Boa resposta aos anti-inflamatórios não esteroides Historial familiar de SpA	

Actualmente, não existem análises específicas que consigam fazer por si o diagnóstico da Espondilite Anquilosante. É, porém, relevante a avaliação do antigénio HLA-B27 que

se associa a maior susceptibilidade genética para esta patologia [36].

A Imagiologia também tem importância para o diagnóstico, sendo relevante nos critérios de Nova Iorque modificados e nos novos critérios ASAS. O Raio-X convencional da bacia e coluna permite identificar as alterações estruturais típicas, a sacroilíte e os sindesmófitos, respectivamente. A Ressonância Magnética pode facilitar o diagnóstico precoce ao permitir detectar edema e infiltração adiposa, alterações sugestivas de inflamação com elevado grau de sensibilidade e especificidade [36].

Em 1994, com o intuito de facilitar a análise do estado da actividade, capacidade funcional e repercussão estrutural da Espondilite Anquilosante, um grupo de pesquisa composto por reumatologistas, fisioterapeutas e outros especialistas nesta matéria criaram os índices de *Bath* respectivamente [39]:

- **BASDAI:** *Bath Ankylosing Espondylitis Disease Activity Index*;
- **BASFI:** *Bath Ankylosing Espondylitis Functional Index*;
- **BASMI:** *Bath Ankylosing Espondylitis Metrology Index*;

Para caracterizar o progresso radiológico é proposto o uso do mSASSS: *Modified Stoke Ankylosing Spondylitis Spinal Score*. Mais recentemente criou-se um algoritmo que permite avaliar a doença de forma mais precisa, o ASDAS: *Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score*.

A autora, da presente dissertação, assistiu a consultas de reumatologia, no CHLO, Hospital de Egas Moniz onde teve a oportunidade de presenciar a aplicação destas escalas e a sua utilidade para a caracterização do estado actual do doente, bem como a sua evolução ao longo do tempo.

Seguidamente, encontra-se descrito cada um destes parâmetros específicos.

### 2.3.1.1 *Bath Ankylosing Espondylitis Disease Activity Index (BASDAI)*

O parâmetro BASDAI permite avaliar o estado de actividade da doença. Esta avaliação consiste num auto-questionário com seis questões em que a resposta é dada usando uma escala visual analógica de zero a dez, onde zero é “Ausente” e dez “Muito Intenso”. Aborda domínios relacionados com a fadiga, dor axial, sintomas articulares, envolvimento entesopático e intensidade e duração da rigidez matinal [40]. Esta escala é então composta pelas seguintes questões [41]:

1. Como descreveria a fadiga / o cansaço que tem sentido?
2. Como descreveria, em geral, a dor que tem tido no pescoço, nas costas ou na anca, devido à doença?
3. Como descreveria, em geral, a dor / o inchaço que tem tido nas articulações, com excepção do pescoço, das costas e da anca?

4. Como descreveria, em geral, o desconforto sentido quando toca ou carrega em zonas que doem?
5. Como descreveria, em geral, a intensidade da rigidez matinal que tem tido desde que acorda?
6. Quanto tempo dura a rigidez matinal desde que acorda?

A pontuação total do indivíduo, relativa a esta avaliação, é determinada através da média das respostas 5 e 6, a qual faz depois média aritmética com cada um das restantes perguntas, oscilando entre zero e dez. Quanto menor a pontuação, melhor será a situação clínica do indivíduo, isto é, menos activa se encontra a doença.

#### 2.3.1.2 *Bath Ankylosing Espondylitis Functional Index (BASFI)*

O parâmetro BASFI permite determinar a capacidade funcional do indivíduo, ou seja é uma escala que permite avaliar de que forma a doença interfere com as actividades diárias do indivíduo [40]. Esta avaliação consiste num auto-questionário de dez perguntas, cuja resposta é dada também com recurso a uma escala visual analógica de zero a dez, onde zero é “Fácil” e dez “Impossível”. Esta escala é composta pelas seguintes questões [42]:

1. Calçar meias ou *collants* sem ajuda de alguém nem ajuda técnica (por exemplo, um dispositivo auxiliar para calçar meias);
2. Dobrar-se para a frente pela cintura para apanhar uma caneta do chão sem ajuda técnica;
3. Esticar-se para chegar a uma prateleira alta sem a ajuda de alguém, nem ajuda técnica (por exemplo, alguém dar uma mão);
4. Levantar-se de uma cadeira sem braços, sem usar as mãos ou qualquer outro tipo de ajuda;
5. Partindo da posição de deitado/a de costas no chão, pôr-se de pé sem ajuda;
6. Ficar de pé sem apoio durante 10 minutos, sem sentir desconforto;
7. Subir doze a quinze degraus sem utilizar o corrimão, ou qualquer tipo de ajudas, e sem parar nos degraus;
8. Olhar por cima do ombro sem virar o corpo;
9. Fazer actividades fisicamente exigentes (por exemplo, exercícios de fisioterapia, jardinagem ou desporto);
10. Executar as actividades diárias, em casa ou no trabalho.

A pontuação do indivíduo, relativa a esta avaliação, é determinada através da média aritmética das respostas a cada pergunta, oscilando entre zero e dez. Quanto menor a pontuação melhor será a capacidade funcional do indivíduo.

### 2.3.1.3 *Bath Ankylosing Espondylitis Metrology Index (BASMI)*

O parâmetro BASMI permite determinar a mobilidade axial, periférica e a expansão torácica do indivíduo. Este combina medidas de mobilidade de diferentes segmentos da coluna vertebral, das ancas e da expansão torácica, onde cada medida é convertida numa pontuação de zero a dois [40]. O indivíduo é avaliado por um profissional de saúde, através da realização das seguintes tarefas [43]:

- **Tragus/Parede:** Indivíduo na posição ortostática, com as costas encostadas à parede, ombros para trás, membros superiores ao longo do corpo, pés paralelos e afastados de 30 cm de distância. Cabeça na posição neutra. Mede-se a distância entre o tragus e a parede em ambos os lados, usando uma régua rígida. É importante assegurar que não ocorre extensão cervical, rotação, ou flexão lateral.
- **Shober:** Indivíduo na posição ortostática, pés juntos. Coloca-se, com uma caneta, uma marca que cruza a coluna sendo, paralela as cristas ilíacas. Coloca-se outra marca 5 cm abaixo e 10 cm acima. Mede-se a distância dessas duas marcas quando o indivíduo se inclina para a frente, tanto quanto possível, tentando tocar com as mãos nos pés e sem flectir os membros inferiores.
- **Rotação Cervical:** Indivíduo na posição ortostática, com as costas encostadas à parede, ombros para trás, pés juntos e cabeça encostada à parede. Coloca-se um goniômetro centrado na cabeça e perpendicular à parede. Mede-se os graus de rotação máxima quando o indivíduo roda a cabeça para ambos os lados. Deve assegurar-se que os ombros permanecem imóveis, que não há flexão do pescoço nem flexão lateral do tronco.
- **Schober Lateral:** Indivíduo na posição ortostática com as costas encostadas à parede, ombros para trás, membros superiores ao longo do corpo e mãos esticadas. Mede-se a distância entre a ponta dos dedos e o chão em posição neutra e após a flexão lateral total para ambos os lados, fazendo-se a diferença entre as duas medições. É importante assegurar que não existe flexão, extensão ou rotação do tronco, nem flexão dos membros inferiores.
- **Distância Intermaleolar:** Indivíduo na posição ortostática. Mede-se a distância entre os maléolos internos quando o indivíduo afasta os membros inferiores o máximo possível. Deve assegurar-se que não existe flexão dos joelhos.

Para cada tarefa é designado um valor entre zero e dois consoante a capacidade do indivíduo (Tabela 2.3). Para as tarefas que são realizadas para ambos os lados, direito e



esquerdo, a sua pontuação corresponde à média aritmética dos valores atribuídos a cada lado [43].

Tabela 2.3: BASMI: *Bath Ankylosing Espondylitis Metrology Index*.

Tarefa	0	1	2
Tragus/Parede	<15 cm	15-30 cm	>30 cm
Shober	>4 cm	2-4 cm	<2 cm
Rotação Cervical	>70 graus	20-70 graus	<20 graus
Shober Lateral	>10 cm	5-10 cm	<5 cm
Distância intermaleolar	>100 cm	70-100 cm	<70 cm

A pontuação final do indivíduo, para este parâmetro, é determinada através da média aritmética dos valores atribuídos a cada uma das cinco tarefas. Quanto menor a sua pontuação, menos severa será a limitação de movimentos do indivíduo devido à Espondilite Anquilosante.

#### 2.3.1.4 *Modified Stoke Ankylosing Spondylitis Spinal Score (mSASSS)*

Este parâmetro permite determinar a gravidade radiológica do indivíduo (Figura 2.8). Nas radiografias laterais da coluna cervical e lombar, os ângulos ântero superiores e inferiores de 24 locais, desde o limite inferior da Segunda vértebra cervical (C2) até ao limite superior da D1 e do limite inferior da D2 até ao limite superior da S1, são avaliados e classificados de acordo com as seguintes alterações encontradas [44]:

- **Zero:** Normal;
- **Um:** Erosão, Esclerose, Rectificação do bordo anterior;
- **Dois:** Esboço de Sindesmófito;
- **Três:** Sindesmófito em ponte.

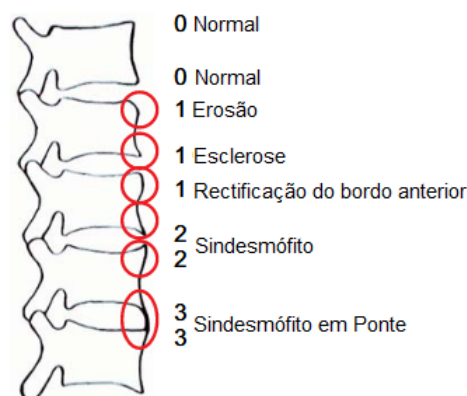


Figura 2.8: Exemplo de avaliação de exames radiológicos. Adaptado de [44].

A pontuação total do indivíduo, relativamente a esta avaliação é determinada da seguinte forma [44]:

1. Para cada ângulo atribui-se o valor correspondente ao seu estado (entre zero e três);
2. A soma total dos pontos atribuídos aos 24 ângulos, permite obter o valor final;

Quanto menor a pontuação total do indivíduo, para esta avaliação, menor será o compromisso radiográfico do mesmo.

### 2.3.1.5 *Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score (ASDAS)*

Este parâmetro permite avaliar, globalmente, a actividade da doença. Inclui a avaliação da Proteína C Reactiva (PCR) ou da Velocidade de Sedimentação Sanguínea (VS), a avaliação global do paciente e algumas questões do BASDAI (dor periférica, dor axial, duração da rigidez matinal), resultando uma única pontuação que proporciona uma melhor avaliação do estado de actividade da doença no momento, em comparação com um momento anterior. Esta pontuação é constituída pelas seguintes variáveis [40]:

- **Dores do dorso:** corresponde à pergunta número dois do BASDAI;
- **Duração da rigidez matinal:** corresponde à pergunta número seis do BASDAI;
- **Dor/tumefação periférica:** corresponde à pergunta número três do BASDAI;
- **Avaliação global do paciente:** corresponde à pergunta "Em média o quão activa foi a sua doença durante a última semana?", esta é respondida através de uma escala visual analógica que oscila entre zero (pouco) e dez (muito);
- **Proteína-C reactiva:** PCR (mg/dL);
- **Velocidade de Sedimentação sanguínea:** VS (mm/hr).

Desta avaliação, obtém-se um valor que reflecte a actividade da doença. O grupo ASAS, sugere a avaliação preferencial do ASDAS com a PCR devendo, o cálculo, usar a VS se o valor da PCR não estiver disponível [45].

A pontuação final que considera a PCR do indivíduo, relativamente a esta avaliação, é determinada através do seguinte algoritmo [45]:  $0,12 \times \text{Dores no dorso} + 0,06 \times \text{Duração da rigidez matinal} + 0,11 \times \text{Avaliação global do paciente} + 0,07 \times \text{Dor/tumefação periférica} + 0,58 \times \ln(\text{PCR} + 1)$ .

A pontuação final que considera a VS do indivíduo, relativamente a esta avaliação, é determinada através do seguinte algoritmo [45]:  $0,08 \times \text{Dores no dorso} + 0,07 \times \text{Duração da rigidez matinal} + 0,11 \times \text{Avaliação global do paciente} + 0,97 \times \text{Dor/tumefação periférica} + 0,29 \times \sqrt{\text{VS}}$ .

Através da figura 2.9, verifica-se que quanto mais baixa for a pontuação do ASDAS, menos activa está a doença e melhor é a situação clínica do indivíduo [45].



Figura 2.9: Limites seleccionados para os estados de actividade da doença. Adaptado de [45].

## 2.4 Instrumentos de Avaliação da Coluna Vertebral

Os instrumentos e métodos utilizados para analisar e avaliar as alterações biomecânicas da coluna vertebral podem dividir-se em dois grupos: invasivos e não-invasivos. Os primeiros são caracterizados pelo uso de radiação ionizante e por proporcionarem uma visualização mais pormenorizada da coluna vertebral [12].

A radiografia, descoberta em 1895 por *Wilhelm Conrad Röntgen*, é uma técnica de natureza invasiva e, apesar de ser considerada clinicamente como o *gold standard*, apresenta algumas complicações, uma vez que, a sua aplicação repetida tem efeitos nocivos para a saúde, não pode ser aplicada à população em geral e necessita de técnicos especializados [6].

Para além da radiografia, os instrumentos não-invasivos disponíveis para a avaliação da coluna vertebral têm o inconveniente de não poderem ser utilizados na posição ortostática, como o caso da Ressonância Magnética. Actualmente, a Tomografia Computorizada permite fazer essa análise, no entanto, é de natureza invasiva, pois utiliza radiação ionizante, não sendo muito utilizada [12].

Com o intuito de colmatar estas dificuldades, têm surgido alguns meios não-invasivos para avaliar as alterações biomecânicas da coluna vertebral, na posição ortostática [6, 12, 46–49]:

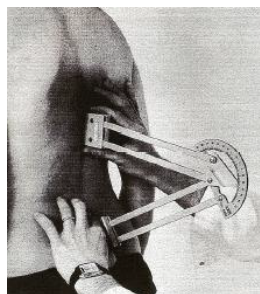
- **Cifómetro DeBrunner:** Este instrumento permite avaliar os ângulos de cifose e lordose da coluna vertebral. É constituído por dois braços móveis presos nas extremidades e um transferidor. Durante o exame, as bases dos braços móveis são posicionados nas apófises espinhosas das extremidades do segmento que se pretende analisar. Apesar de ser um instrumento simples, é pesado, sendo difícil o seu manuseamento (Figura 2.10a);
- **Cifolordómetro:** Criado, em 1999, por *Baraúna* é um instrumento que permite avaliar as curvaturas da coluna vertebral no plano sagital (cifoses e lordoses). Possui

1,97 cm de altura e conta com trinta e nove hastes horizontais móveis, indeformáveis e equidistantes umas das outras de 4 cm. Durante o exame, o indivíduo permanece na posição ortostática, imóvel onde cada uma das hastes é posicionada nas apófise espinhosas e o registo da forma da coluna é feito numa folha que se encontra fixa ao aparelho. Apesar deste aparelho ser bastante eficaz na avaliação das curvaturas fisiológicas da coluna vertebral, nada diz sobre os desvios laterais (Figura 2.10b);

- **Cinemetria:** Este método consiste na análise de parâmetros cinemáticos para descrever o movimento do corpo humano. É constituído por um conjunto de métodos, câmaras infravermelhas e a máquina fotográfica que, para além de determinarem a posição e orientação de segmentos corporais, determinam também a sua velocidade e aceleração. A análise dos movimentos baseia-se em câmaras que registam imagens do movimento e, com um *software* próprio, são calculadas as variáveis pretendidas;
- **Escoliómetro:** Este instrumento permite analisar o ângulo de desvio da escoliose. Consiste numa haste que é apoiada nos ombros, esta possui um nivelador que mede o ângulo do desvio. Esta técnica não permite aferir em relação aos ângulos de curvaturas da coluna vertebral (Figura 2.10c);
- **Pantógrafo:** Este instrumento, baseado no sistema criado, em 1603, pelo astrónomo alemão *Christoph Scheiner*, permite avaliar os ângulos de cifose e lordose da coluna vertebral. Possui um braço móvel e um laser, que inicialmente se posicionam no vértice da apófise espinhosa da C7 e da L5, respectivamente. Durante o exame, o paciente encontra-se na posição ortostática e o braço móvel percorre os processos espinhosos em direcção da zona lombar gravando imagens, do seu trajecto no computador. Este aparelho não permite aferir em relação aos desvios laterais da coluna vertebral (Figura 2.10d);
- **Régua Flexível:** Este instrumento permite avaliar as curvaturas fisiológicas da coluna vertebral. Constituído por chumbo coberto por uma régua sintética com 60 cm de comprimento, molda-se de acordo com as curvaturas e o seu contorno é traçado em papel milimétrico, obtendo-se a representação das curvaturas lombar e dorsal. Trata-se de um método simples, rápido e económico, no entanto, não permite aferir sobre os desvios laterais;
- **Spinal Mouse:** Este aparelho permite avaliar a postura e a mobilidade da coluna vertebral. Trata-se de um aparelho composto por duas rodas acopladas e 3 sensores, um para cada coordenada (X, Y e Z). Este envia os dados para o computador através de *Bluetooth* e, devido a algoritmos sofisticados, permite representar a coluna vertebral. Apesar de ser um método simples, rápido e eficaz, é um método dispendioso (Figura 2.10e).

Apesar de todos os métodos anteriormente descritos serem de natureza não-invasiva, apresentam como principais desvantagens, o facto de avaliarem parcialmente a coluna

vertebral, identificando somente os ângulos das suas regiões e, ainda de serem dispendiosos [6].



a Cifômetro DeBrunner



b Cifolordometro.



c Escoliómetro.



d Pantógrafo.



e Spinal Mouse.

Figura 2.10: Métodos não-invasivos. a), b), d) Retirado de [12], c) Retirado de [46] e e) retirado de [49].

Foi, então, neste âmbito, construído um sistema não-invasivo, que permite analisar a coluna vertebral de uma forma global, identificando tridimensionalmente a posição do vértice de cada apófise espinhosa, desde a C1 à S1, aferindo sobre os ângulos das curvaturas fisiológicas e dos desvios laterais da coluna vertebral. Este equipamento, construído e desenvolvido na FCT da UNL, possui três protótipos e designa-se por Métrica Vertebral, patente nacional (PT 103990) e internacional (PCT/IB2009/005018) [6].

De forma a evitar ambiguidades, de acordo com a literatura, o sistema de eixos utilizado para os seguintes métodos apresentados é: eixo do X, a distância transversal; o eixo do Y a distância ântero-posterior; e o eixo dos Z a altura [5, 6, 12, 50].

O primeiro protótipo foi construído e desenvolvido em 2010, sendo fruto do doutoramento da Doutora Cláudia Quaresma, com o intuito de analisar as alterações biomecânicas da coluna vertebral ao longo da gravidez [6]. Este equipamento (Figura 2.11) possui um corpo, estrutura vertical (eixo do Z), que contém 18 unidades individuais móveis designadas por Posicionadores 2D que se ajustam nos eixos X e Y [1]. Cada uma destas unidades é ajustada para o vértice de cada apófise espinhosa, previamente marcadas com uma caneta demográfica hipoalérgica, identificando a sua posição tridimensional, cujo tempo de aquisição é de aproximadamente sete minutos [4].

Posteriormente, é feita a leitura dos posicionadores, transferindo a informação para formato digital, a fim de determinar os ângulos de curvaturas e desvios laterais da coluna

vertebral.

Apesar de o protótipo ter sido validado e de ter um grande impacto a nível clínico, o seu desempenho não foi globalmente satisfatório devido à extensa duração da recolha de dados e ao contacto físico com o paciente [6, 12]. Foi, então, desenvolvido um segundo protótipo com o intuito de otimizar este sistema de análise.

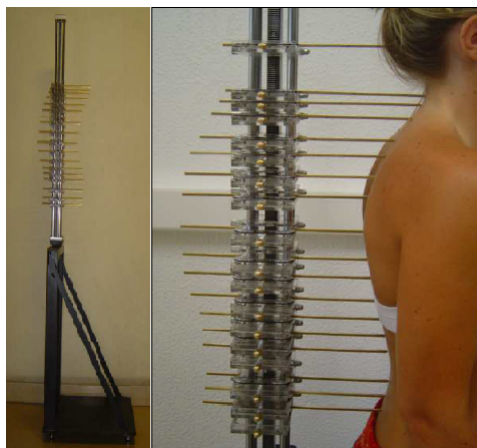


Figura 2.11: Primeiro protótipo, puramente mecânico, do Métrica Vertebral. Adaptado de [6].

O segundo protótipo do Métrica Vertebral é um sistema semi-automático, que consiste em dois posicionadores que permitem o movimento vertical e horizontal do sistema de aquisição [12]. Este protótipo (Figura 2.12) possui uma câmara de vídeo *RGB* e um diodo laser estrategicamente posicionado que utilizam um método de triangulação e um *software* que, através de algoritmos de processamento de imagem, detecta as coordenadas tridimensionais dos pontos marcados na pele [12]. A leitura dos vértices é feita individualmente, no momento em que o laser sobrepõe o ponto, previamente marcado com uma caneta azul, no vértice da apófise espinhosa, melhorando significativamente o tempo de recolha de dados, passando a ser de três minutos [5].

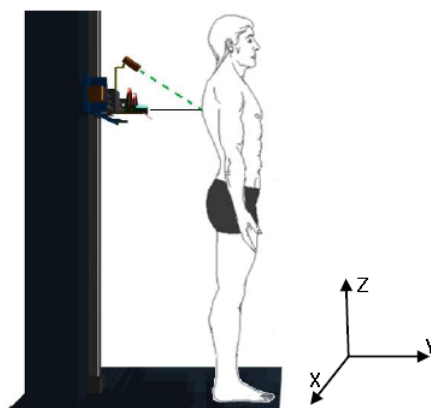


Figura 2.12: Segundo Protótipo, semi-automático, do Métrica Vertebral composto por um diodo laser e duas câmaras de vídeo *RGB*. Adaptado de [51].

Não obstante, apresenta algumas desvantagens como a presença de artefactos nas medições, devido ao facto dos indivíduos não conseguirem estar perfeitamente imóveis durante a aquisição e, uma vez que a tinta do marcador encontra-se na zona do visível, em alguns tipos de pele, é dificilmente distinguida da pigmentação da mesma pelos algoritmos de processamento de imagem [5]. Foi, então, com o intuito de melhorar a resolução espacial, a redução do tempo de aquisição e a detecção dos pontos marcados na pele que foi desenvolvido o terceiro protótipo do Métrica Vertebral.

Este protótipo, desenvolvido pela Engenheira Mestre Ana Teresa Gabriel, consiste numa estrutura móvel vertical (posicionador Z) e horizontal (posicionador X), que contém um sistema de visão estéreo e duas luzes Ultravioleta (UV) fixadas estrategicamente. O sistema estéreo, obtido para melhorar a resolução espacial, é composto por duas câmaras de vídeo monocromáticas e filtros ópticos, que bloqueiam certos comprimentos de onda. Os vértices das apófises espinhosas são marcados, por um ponto, com tinta fluorescente que, quando excitada por luz UV, emitem um determinado comprimento de onda, fazendo com que os pontos na pele sobressaíam, facilitando a sua detecção nos algoritmos de processamento de imagem [5].

Apesar de ter sido projectado para analisar a coluna vertebral desde a C1 até a S1, actualmente, tal não é possível devido a presença de cabelo, onde o marcador não fica bem definido impossibilitando o reconhecimento das primeiras vértebras cervicais. No entanto, estão a ser realizados esforços no sentido de superar esta limitação.

O equipamento (Figura 2.13) é posicionado na S1 e faz a aquisição através do movimento vertical ascendente, adquirindo, simultaneamente, duas imagens a cada 50 mm [52]. Estas imagens são posteriormente processadas identificando as coordenadas tridimensionais dos pontos, permitindo, assim, que a aquisição seja realizada entre 30 e 40 segundos [52]. Acessível a toda a população, é uma poderosa ferramenta na avaliação das alterações biomecânicas da coluna vertebral, visto permitir uma análise tridimensional da mesma e, devido ao seu carácter não-invasivo, repetidas aquisições sem prejudicar o indivíduo.

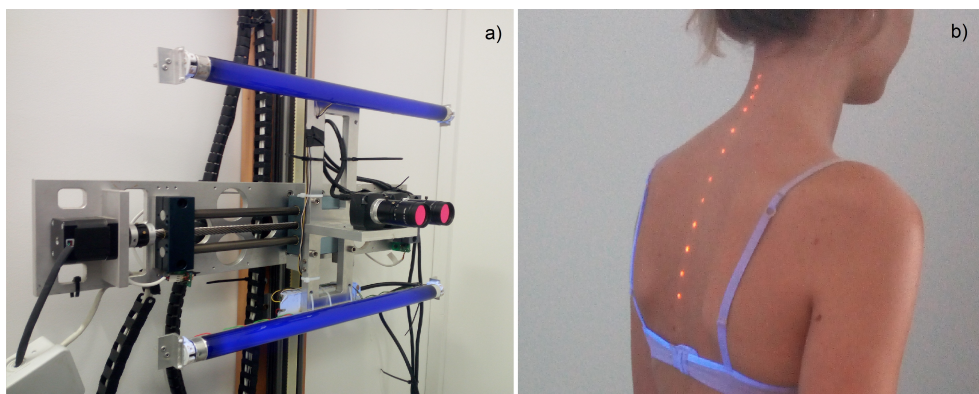


Figura 2.13: Terceiro protótipo, automático, do Métrica Vertebral. a) Sistema composto por duas luzes UV e duas câmaras monocromáticas. b) Recolha de dados onde os vértices das apófises espinhosas são identificados com tinta fluorescente.





## INTERFACE CLÍNICA E BASE DE DADOS

Neste capítulo, serão apresentados os programas informáticos adoptados, de que maneira foi desenvolvida a interface clínica e a base de dados. Estes, para além de serem os pontos mais técnicos a nível de engenharia, são as componentes mais inovadoras da presente dissertação.

### 3.1 Desenvolvimento da Interface Clínica

O Métrica Vertebral foi desenvolvido através de dois programas informáticos, o *VisualStudio* que estabelece a comunicação entre o computador e o aparelho permitindo adquirir imagens de uma forma automática e o *MATLAB®* que, através de algoritmos de processamento de imagem, permite visualizar melhor os pontos correspondentes aos vértices das apófises espinhosas, obtendo as suas coordenadas tridimensionais (Figura 3.1).

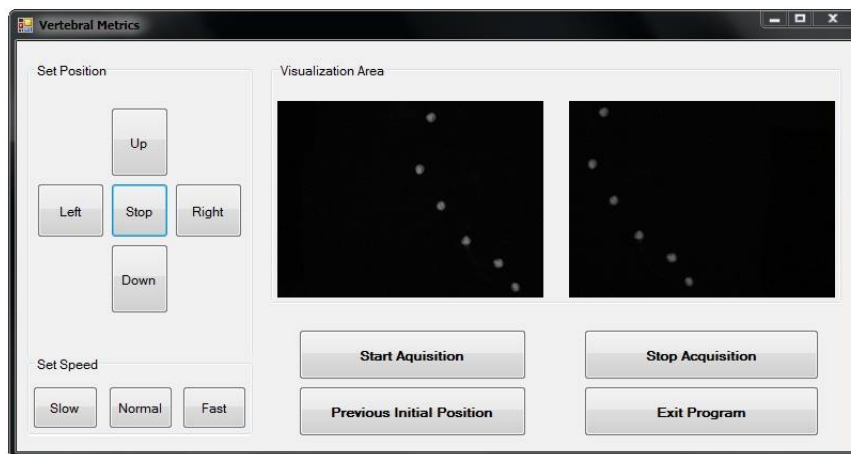


Figura 3.1: Janela da interface do Métrica Vertebral, em *VisualStudio*.

Sentiu-se a necessidade de criar um programa que analisasse os dados obtidos com o Métrica Vertebral, aferindo sobre a amplitude dos ângulos de curvatura e ainda possibilitasse a representação gráfica dos mesmos.

No âmbito da sua dissertação de mestrado, a Engenheira Mestre Inês Pedro desenvolveu uma interface gráfica, para contexto clínico, focada em mulheres com hipertrofia mamária, onde o seu principal objectivo era fornecer ao profissional de saúde uma análise mais completa e integrada da biomecânica da coluna vertebral [7] e assegura as seguintes funcionalidades:

- Análise quantitativa da biomecânica da coluna vertebral;
- Registo da informação clínica do indivíduo;
- Visualização da representação gráfica bidimensional (coordenada Y e Z) dos vértices das apófises espinhosas;
- Cálculo dos ângulos da cifose dorsal e da lordose lombar;

No entanto, a interface apresentava algumas limitações e de maneira a otimizar e tornar a interface clínica mais robusta, foi desenvolvida, em colaboração com o serviço de reumatologia do Hospital de Egas Moniz, uma interface clínica através do programa informático *VisualStudio* adaptada às necessidades clínicas da Espondilite Anquilosante. Para além de cumprir os objectivos da interface anterior, dispõe de mais funcionalidades que permitem monitorizar a evolução clínica do indivíduo e permitem uma melhor representação espacial da coluna vertebral, tornando-a numa ferramenta essencial em contexto clínico.

Foi utilizado o *VisualStudio* porque, actualmente é o ambiente de desenvolvimento integrado mais avançado e disponível para programadores, incorporando os últimos avanços nas linguagens básicas de programação da *Microsoft*, *Visual Basic* e *C#*, tendo uma forte componente em modelos gráficos [53]. Permitindo assim o desenvolvimento de interfaces gráficas didácticas, apelativas e de fácil utilização.

### 3.1.1 Descrição e Objectivos

A interface clínica tem o nome de **Reuma-SpA** estando destinada à área da reumatologia, mais concretamente à Espondilite Anquilosante. Representa um enorme progresso a nível clínico tendo como principais objectivos:

- Monitorizar a evolução clínica do indivíduo, ao longo do tempo;
- Visualizar a disposição espacial dos vértices das apófises espinhosas;
- Aferir sobre as amplitudes dos ângulos de curvatura, da cifose dorsal e da lordose lombar;

- Guardar toda a informação numa base de dados, estando sempre disponível para consulta ou alteração.

Em contexto clínico, principalmente em indivíduos com Espondilite Anquilosante, é imperativo existir diversos momentos de avaliação para controlar a actividade da doença. Tornou-se então importante, desenvolver uma funcionalidade que permitisse ao profissional de saúde monitorizar a evolução clínica do indivíduo, ao longo do tempo, através de parâmetros específicos.

Por esse motivo e, uma vez que, a Espondilite Anquilosante influencia a coluna vertebral, seria importante visualizar, a três dimensões, a posição dos vértices das apófises espinhosas bem como obter uma estimativa os ângulos das curvaturas fisiológicas, permitindo, assim, analisar o efeito que a patologia tem sobre as alterações biomecânicas da coluna vertebral, oferecendo ao profissional de saúde uma avaliação mais pormenorizada sobre o estado clínico do indivíduo.

Como é possível observar na Figura 3.2, a interface clínica permite preencher os dados pessoais e clínicos do indivíduo e ainda analisar os dados provenientes do Métrica Vertebral, sendo a componente clinicamente mais relevante desta interface.

The screenshot displays the 'Reuma-SpA' application window. It features a menu bar with 'Ficheiro', 'Ver', 'Ajuda', and 'Criar Novo Profissional'. The interface is divided into several sections:

- Dados Pessoais:** Includes fields for 'Nome\*', 'Apelido\*', 'Nº Utente' (set to 32), 'Data de Nascimento\*', 'Género\*' (a dropdown menu), 'CC\*', 'Profissão', and a 'Comentários' text area.
- Dados Clínicos:** A tabbed section with 'Caracterização', 'Actividade', 'Função', 'Metrologia', 'Gravidade Radiológica', and 'Avaliação' tabs. The 'Caracterização' tab is active, showing:
  - IMC - Índice de Massa Corporal:** Fields for 'Peso' (40 Kg) and 'Altura' (140 cm), with a calculated result of 'Kg/m²'.
  - Crítérios de Nova Iorque Modificados:** A list of checkboxes for radiological and clinical criteria.
    - Radiológicos:**
      - ☐ Sacroilite unilateral classe III ou IV
      - ☐ Sacroilite bilateral classe II
    - Clínicos:**
      - ☐ Dor lombosagrada e rigidez com mais de 3 meses de evolução que melhora com o exercício e piora com o repouso
      - ☐ Limitação da mobilidade da coluna lombar nos planos sagital e frontal
      - ☐ Limitação da mobilidade torácica
- Métrica Vertebral:** Includes a 'Representação da Coluna Vertebral' section with 'Cifose Dorsal' and 'Ângulos: Lordose Lombar' (both in degrees), and an 'Estado' section with a large empty box.
- Observação:** A section on the right with 'Nova Observação', 'Profissional\*' (a dropdown), 'Observação Nº' (0), 'Número', 'Data' (23-09-2017), and an 'Exportar Ficheiro' button.
- Buttons:** 'Guardar na Base de Dados' and 'Evolução' are located at the bottom right.

Figura 3.2: Janela principal da interface clínica **Reuma-SpA**.

### 3.1.2 Pré-requisitos

Sendo a Espondilite Anquilosante uma doença reumática crónica, é essencial analisar parâmetros que caracterizem e avaliem a doença ao longo do tempo. Para tal, em conjunto com o Prof. Doutor Fernando Pimentel-Santos, foram definidos os pré-requisitos necessários.

Foram definidos seis parâmetros que permitem avaliar diferentes aspectos da doença. Em termos de diagnóstico estabeleceu-se que se considerariam os critérios de Nova Iorque modificados para tentar encontrar um grupo mais homogêneo de doentes. Para caracterizar os doentes utilizou-se o BASDAI para avaliar a actividade, o BASFI a capacidade funcional, o BASMI a mobilidade axial e o mSASSS a gravidade radiográfica. Inclui-se também o ASDAS, que consiste numa avaliação global incorporando a avaliação subjectiva do paciente e dados laboratoriais. Estes parâmetros encontram-se descritos no capítulo 2.3.1.

Na interface clínica, o utilizador encontra também alguns parâmetros descritos na literatura como relevantes e, responsáveis pelas alterações biomecânicas da coluna vertebral: idade; peso; altura; e IMC.

Assim, desenvolveu-se uma interface clínica simples e eficaz, de fácil utilização, pretendendo-se que seja vista como uma mais-valia em contexto clínico. Esta tem o intuito de preencher as lacunas existentes na interface desenvolvida anteriormente sendo um programa mais completo e apelativo que em suma, incorpora os seguintes parâmetros:

- Idade;
- Peso;
- Altura;
- Índice de Massa Corporal, IMC;
- Proteína C reactiva, PCR;
- Velocidade de Sedimentação Sanguínea, VS;
- *Bath Ankylosing Espondylitis Disease Activity Index*, BASDAI;
- *Bath Ankylosing Espondylitis Functional Index*, BASFI;
- *Bath Ankylosing Espondylitis Metrology Index*, BASMI;
- *Modified Stoke Ankylosing Spondylitis Spinal Score*, mSASSS;
- *Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score*, ASDAS;
- Ângulo da Cifose Dorsal;
- Ângulo da Lordose Lombar;

A base de dados, que se encontra integrada nesta interface, foi desenvolvida na presente dissertação sendo um elemento inovador uma vez que, quando é necessário fazer muitas recolhas com o Métrica Vertebral, os processos de guardar e, posteriormente, aceder à informação, não são dinâmicos nem intuitivos, visto os dados ficarem guardados

em várias pastas no computador. Surgiu, assim, a necessidade de criar uma maneira suficientemente simples e intuitiva para o utilizador, de guardar, analisar e organizar a informação recolhida através do Métrica Vertebral.

### 3.1.3 Base de Dados

Nas últimas décadas, o desenvolvimento da ciência e da própria sociedade ocorreu a um ritmo acelerado, em comparação com os séculos precedentes, onde a capacidade de gerar informação continua a crescer, tornando-se necessário a implementação de sistemas de armazenamento e gestão de informação. Para responder a esta necessidade, surgiram as bases de dados, que constituem plataformas digitais de armazenamento da informação de maneira organizada, sem inconsistências nem repetições de dados, permitindo aceder à informação de uma forma fácil e intuitiva [54].

A base de dados foi desenvolvida recorrendo ao programa *mySQL Workbench* que utiliza linguagem SQL (*Structured Query Language*). Esta é a linguagem *Standard* para aceder e manipular a base de dados permitindo criar novas estruturas, inserir, eliminar e modificar dados através dos seus comandos [55, 56]. Este programa possui a vantagem da informação ficar guardada num servidor, sendo possível implementar a interface em vários computadores tendo todos acesso à mesma base de dados.

Na Figura 3.3, é possível observar o diagrama simplificado da base de dados. Esta foi desenhada com o intuito de guardar, por indivíduo e de forma estruturada, a sua informação pessoal e clínica, as coordenadas X, Y e Z dos vértices das apófises espinhosas e as amplitudes dos ângulos das curvaturas fisiológicas da coluna vertebral.

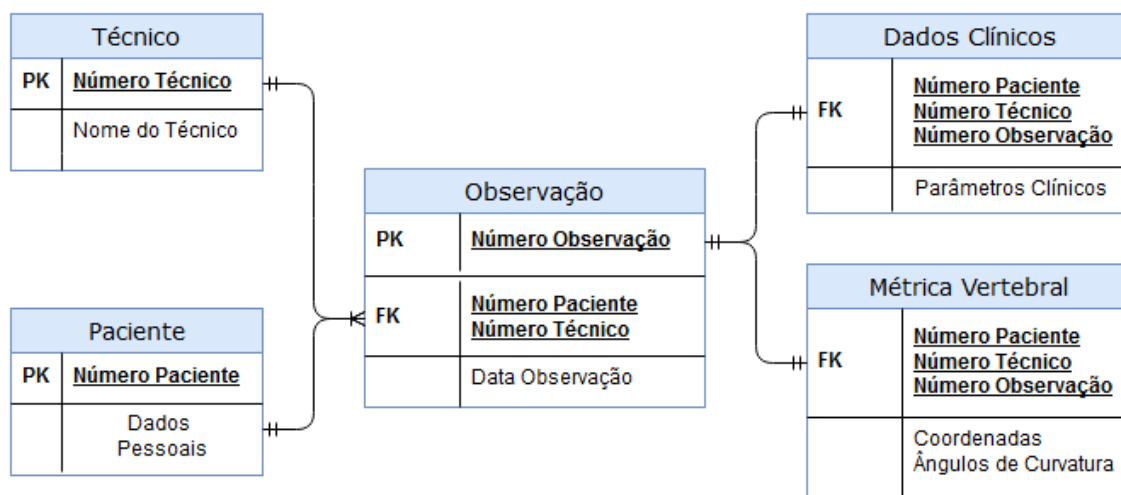


Figura 3.3: Diagrama simplificado da Base de Dados. PK - Chave primária, FK - Chave secundária.

Esta é constituída por cinco tabelas, sendo a principal a tabela **Observação**, pois em cada observação é necessário associar um profissional de saúde (**Técnico**), um indivíduo com a patologia (**Paciente**), os respectivos **Dados Clínicos** e os dados recolhidos com o **Métrica Vertebral**.

A tabela **Paciente** contém os dados pessoais do indivíduo e apenas pode ser acedida através do *Número de Paciente*. Este é único para cada indivíduo, sendo o que o distingue dos restantes.

A tabela **Técnico** contém o nome do profissional de saúde que irá fazer a recolha de informação em cada observação e apenas pode ser acedida através do *Número de Técnico*. Este é único para cada indivíduo, sendo o que o distingue dos restantes.

A tabela **Observação** contém a data em que a observação é feita e associa o profissional de saúde que fez a recolha de informação e o indivíduo a quem foi feita a recolha, através do *Número Técnico* e *Número Paciente*, respectivamente. Apenas pode ser acedida através do *Número Observação* e dos números referentes ao indivíduo e ao profissional de saúde.

As tabelas **Dados Clínicos** e **Métrica Vertebral** estão inteiramente dependentes da tabela **Observação**, isto é, para se aceder à informação é necessário o *Número Observação*, o *Número Paciente* e o *Número Técnico*.

No Apêndice A é possível observar o diagrama completo da base de dados.

### 3.1.4 Funcionalidades

A interface clínica **Reuma-SpA** encontra-se dividida em quatro secções importantes: Dados Pessoais; Dados Clínicos; Observação; e Métrica Vertebral.

Para cada indivíduo é necessário preencher os dados pessoais constituídos pelo nome, data de nascimento, cartão de cidadão, género e profissão. Apenas será necessário preencher estes dados uma vez, visto que, estes são guardados na base de dados associados um número único, para cada indivíduo, chamado de número de utente.

Em cada momento de avaliação é necessário preencher os dados clínicos do indivíduo onde as pontuações de cada parâmetro são calculadas automaticamente e o utilizador poderá guardar a informação na base de dados. Esta informação ficará associada à informação pessoal do indivíduo bem como a data em que se realizou a avaliação.

No campo Observação, encontra-se a informação referente à data em que está a ser realizada a avaliação, o nome do profissional de saúde que está a realizar a avaliação e ainda o número de avaliações realizadas ao indivíduo.

O utilizador pode criar uma nova observação, para um indivíduo já existente na base de dados, encontrando-o através do número de utente, do cartão de cidadão, da data de nascimento ou do seu número de profissional de saúde (Figura 3.4).

A informação referente às alterações biomecânicas da coluna vertebral encontra-se na secção Métrica Vertebral onde é possível visualizar os pontos correspondentes às apófises espinhosas da coluna vertebral e ainda o valor dos ângulos da cifose dorsal e da lordose lombar. O cálculo do valor dos ângulos de curvatura da coluna vertebral, foi feito através

### 3.1. DESENVOLVIMENTO DA INTERFACE CLÍNICA

da aplicação do método de *Cobb* considerando a vértebra limite superior (VLS) e a vértebra limite inferior (VLI) como D1 e D12 para a cifose torácica e L1 e S1 para a lordose lombar [6, 7].

Nova Observação

Por favor preencher pelo menos um dos campos abaixo representados para encontrar o Utente que pretende. Obrigada

Nº de Utente:  CC do Utente:  Data de nascimento:  Nº Profissional:

1	Maria Albertina	15/11/1966	Cozinheira	Feminino	212132142
9	José Manuel Santos	15/05/1985	Motorista	Masculino	565648789
10	Maria Júlia	03/12/1998	taxista	Feminino	232312365
11	Eduardo Mateus	12/12/1956	Fadista	Feminino	212123123
12	Ana Rabina	12/06/1993	Professora	Feminino	252565123
13	Rui Esteves	12/05/1963	Estudante	Masculino	215224156
14	Ricardo Santos	02/12/1956	Estudante	Masculino	282926456
18	Sara Ribeiro	12/05/1992	Dentista	Feminino	568945123
19	Maria Sabina	22/12/1935	Dona de casa	Feminino	546512123
20	João Maria	26/05/1993	Agrônomo	Masculino	564878563
21	Tiago Azevedo	25/11/1963	Médico	Masculino	212324123
22	Joana Ribeiro	02/10/1962	Enfermeira	Feminino	363656123

Figura 3.4: Janela com a lista de indivíduos presentes na base de dados, onde o utilizador pode escolher o indivíduo pretendido.

Para visualizar os pontos e a amplitude dos ângulos de curvatura é essencial o utilizador importar o ficheiro *Excel* proveniente do Métrica vertebral.

Por último, para além de analisar os dados adquiridos com o Métrica Vertebral, ainda possui a vantagem de monitorizar a evolução clínica do indivíduo através de alguns parâmetros específicos, como é possível observar na Figura 3.5.

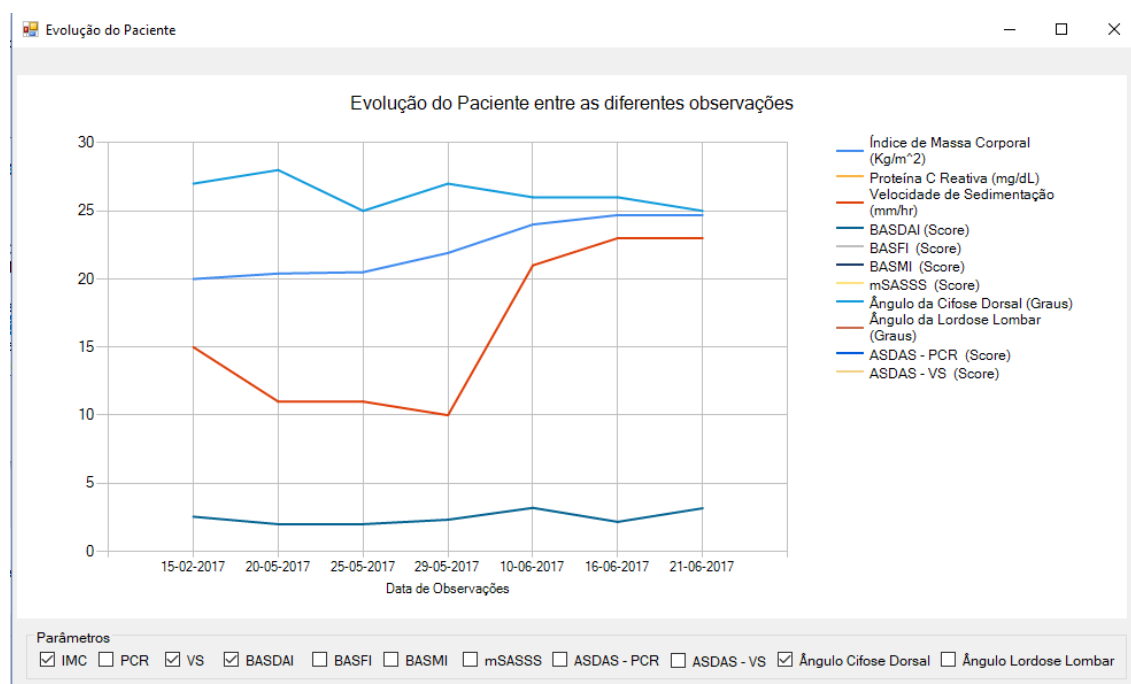


Figura 3.5: Janela de monitorização da evolução clínica do indivíduo ao longo do tempo.

A Interface clínica desenvolvida contém então, as seguintes funcionalidades:

- Avaliar qualitativa e quantitativamente a Espondilite Anquilosante e a biomecânica da coluna vertebral em vários momentos de avaliação distintos;
- Registar, numa base de dados, a informação pessoal e clínica de cada indivíduo;
- Calcular os parâmetros mais relevantes para a caracterização e avaliação da Espondilite Anquilosante;
- Importar o ficheiro *Excel*, gerado pelo Métrica Vertebral, que contém as coordenadas tridimensionais dos vértices das apófises espinhosas;
- Representar graficamente a posição tridimensional dos vértices das apófises espinhosas;
- Estimar a amplitude dos ângulos da cifose dorsal e da lordose lombar;
- Monitorizar a evolução clínica do indivíduo ao longo do tempo, relativamente a parâmetros de actividade e funcionalidade da patologia, bem como dos ângulos das curvaturas fisiológicas.
- Exportar a informação para um ficheiro *PDF*, impedindo que a mesma seja alterada fora do programa;
- Alterar a informação do indivíduo relativamente a um momento de avaliação anterior;
- Aceder ao manual do utilizador em formato *PDF*.

O manual de utilizador onde explica o modo de funcionamento e as funcionalidades da interface clínica encontra-se no Apendice B.



## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste capítulo, será descrito os questionários e instrumentos que foram aplicados, bem como a metodologia de recolha de dados. Pela primeira vez, o Métrica Vertebral foi aplicado em indivíduos afectados por uma doença reumática inflamatória.

### 4.1 Projecto, Critérios e Questionários/Escalas

A presente dissertação faz parte do estudo *MyoSpA*, financiado pela iniciativa *iNOVA4Health* e aprovado pela comissão de ética do CHLO, Hospital de Egas Moniz. Foi realizado no CEDOC em parceria com a NOVA *Medical School*|Faculdade de Ciências Médicas da UNL e possibilitará a realização de outros projectos de mestrado e de doutoramento. Consiste numa análise alargada de doentes com Espondilite Anquilosante, abrangendo a:

- Caracterização clínica de pacientes com Espondilite Anquilosante;
- Caracterização da rigidez muscular, da marcha, do equilíbrio e da postura corporal;
- Avaliação da biomecânica da coluna vertebral.

Com o intuito de identificar as alterações biomecânicas que ocorrem ao longo da evolução da Espondilite Anquilosante, foi fundamental recolher dados de uma amostra representativa da população. Esta foi seleccionada em parceria com o Prof. Doutor Fernando Pimentel-Santos, Reumatologista Graduado do Hospital de Egas Moniz, de acordo com os seguintes critérios de inclusão e exclusão estabelecidos:

- Idade superior a dezoito anos;
- Diagnostico de Espondilite Anquilosante de acordo com os critérios de Nova Iorque modificados;

- Capacidade para fornecer o consentimento informado;
- IMC inferior a  $35 \text{ kg/m}^2$ ;
- Não estar em fase de gravidez ou amamentação;
- Não ter infecções requerendo internamento hospitalar ou, tratamento com antibióticos;
- Não possuir qualquer doença médica não controlada;
- Não possuir anquilose total da coluna (desde a D12 à S1).

A todos os doentes seleccionados, foi explicado o estudo em causa, bem como os seus objectivos, tendo sido obtido o seu consentimento informado. Foram preenchidos os questionários e, posteriormente, realizados vários exames complementares onde se incluiu a avaliação com o Métrica Vertebral.

Os questionários/escalas foram preenchidos pelo doente de maneira a caracterizar conforme referido anteriormente a actividade, a repercussão funcional e metrológica, bem como a qualidade de vida do indivíduo.

Estes incluem ainda os dados do doente, apontados pela nomenclatura como responsáveis pelas alterações biomecânicas da coluna vertebral, tais como o peso, a altura, o IMC, a idade, a posição mais adoptada ao longo do dia e o tipo de calçado utilizado.

Os questionários/escalas encontram-se no Apêndice C.

### 4.2 Instrumentos e Metodologia

Após o preenchimento dos questionários e a obtenção do consentimento informado procedeu-se a recolha de dados com o Métrica Vertebral.

Para obter a posição tridimensional do vértice das apófises espinhosas, foi utilizado o terceiro protótipo do Métrica Vertebral. Esta escolha deve-se ao facto de ser o protótipo mais recente, com os tempos de aquisição mais reduzidos e por permitir obter uma análise global da coluna vertebral, aferindo sobre as curvaturas fisiológicas e os desvios laterais da coluna vertebral, de uma forma não-invasiva.

Foram realizadas três séries de recolha de dados, separadas por um intervalo de um minuto, onde o indivíduo não levantou os pés do chão. Cada série é composta por três aquisições consecutivas (Figura 4.1).

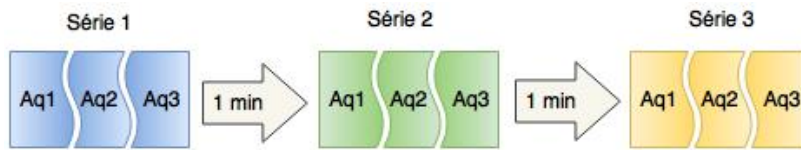


Figura 4.1: Diagrama da recolha de dados. Três séries, de três aquisições cada, separadas de um intervalo de um minuto.

Através de algoritmos de processamento de imagem, o Métrica Vertebral obteve as coordenadas tridimensionais (X, Y e Z) dos 20 pontos correspondentes aos vértices das apófises das espinhosas seleccionadas. Como foi referido anteriormente, devido a limitações do instrumento de medida, não foi possível obter as coordenadas das primeiras vértebras cervicais devido à presença de cabelo. Em certos indivíduos seria possível adquirir informação sobre algumas das vértebras cervicais, no entanto, de maneira a uniformizar os dados recolhidos, para cada indivíduo os pontos foram marcados a partir da C6.

O paciente foi encaminhado para uma sala de observação, climatizada a 24°C, despiando a roupa ficando com a face posterior do tronco descoberta e descalçando os sapatos. De seguida, foi feita a recolha de dados de acordo com o protocolo previamente definido (Figura 4.2):

- O paciente manteve-se de pé, com os membros superiores ao longo do corpo, enquanto o profissional de saúde identificava a projecção cutânea do vértice das apófises espinhosas (de C6 a S1) com um marcador específico fluorescente e hipoalérgico (Figuras 4.2a e 4.2b);
- Paciente posicionado de forma adequada, com a face posterior do tronco virada para o Métrica Vertebral;
- Recolha de dados, de forma automática, com o Métrica Vertebral (Figura 4.2c);
- Limpeza das marcas fluorescentes na pele, com um algodão e álcool etílico.

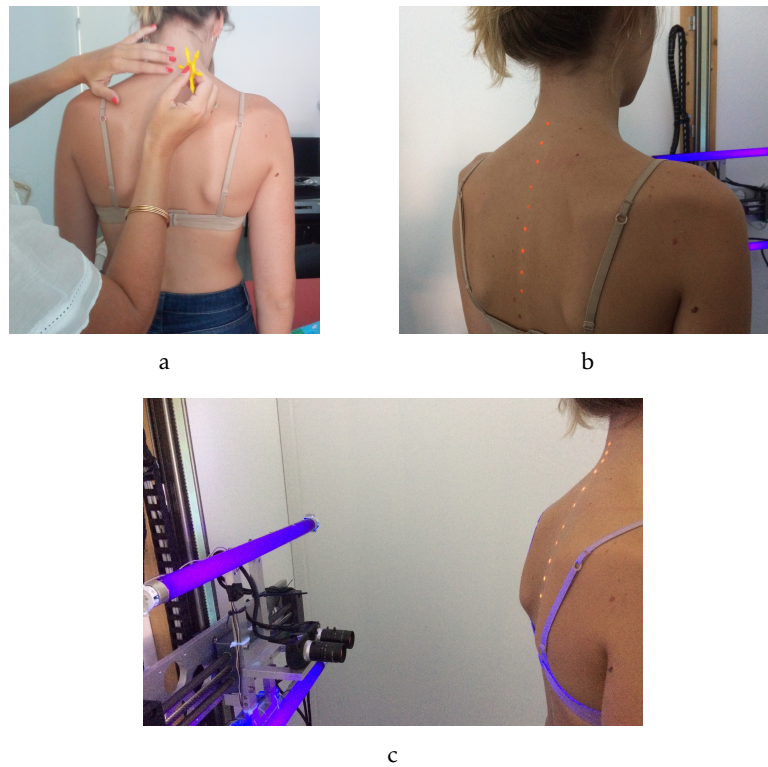


Figura 4.2: Metodologia de recolha de dados: a) identificação da projecção cutânea do vértice das apófises espinhosas; b) Marcação com tinta fluorescente e hipoalérgica; c) Posicionamento adequado do indivíduo e recolha de dados com o Métrica Vertebral.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, serão apresentados os dados recolhidos, como foi feita a sua análise estatística e a discussão dos mesmos. Sendo o objectivo do estudo a análise das alterações biomecânicas da coluna vertebral em indivíduos com Espondilite Anquilosante, será apresentado a caracterização demográfica da amostra, a análise da posição tridimensional dos vértices das apófises espinhosas, a análise dos ângulos de curvatura da cifose dorsal e da lordose lombar e, ainda, factores que podem influenciar as alterações biomecânicas da coluna vertebral.

### 5.1 Análise Estatística

Com o Métrica Vertebral, foram obtidas as coordenadas tridimensionais das apófises espinhosas de cada vértebra, desde a C6 à S1 onde, através interface clínica desenvolvida (**Reuma-SpA**), foram estimados os valores das amplitudes dos ângulos da cifose dorsal e da lordose lombar.

Esta estimativa foi determinada através do método de *Cobb* onde o conjunto de vértebras que identificam a VLS (Vértebra Limite Superior) e a VLI (Vértebra Limite Inferior) foi o mesmo utilizado na dissertação de doutoramento da Professora Cláudia Quaresma [6]:

- Cifose Dorsal: D1 e D12;
- Lordose Lombar: L1 e S1;

Recorreu-se ao programa *SPSS: Statistical Package for the Social Sciences* (versão 20, 32 bits) para a análise estatística onde foi construída uma base de dados com setecentas e sessenta e oito variáveis. Para os dados demográficos obtidos foram calculados os mínimos, máximos, médias e desvio-padrão com um intervalo de confiança de 95%. É de realçar que

para toda a análise estatística foi considerado um *p-value* de 5%, este nível de significância permite verificar se o valor se encontra dentro do intervalo de confiança [57].

A análise estatística iniciou-se com a caracterização demográfica da amostra, através da estatística descritiva para as variáveis quantitativas e a análise de frequências e percentagens para as variáveis qualitativas.

Seguidamente, realizou-se a análise da posição tridimensional dos vértices das apófises espinhosas para verificar a reprodutibilidade das diferentes aquisições. Como foi referido anteriormente, foram realizadas nove aquisições por indivíduo, separadas equitativamente por três séries (Figura 4.1). As três coordenadas dos vértices das apófises espinhosas foram correlacionadas entre si através do **coeficiente de Spearman** ( $\rho$ ), para:

- **Intra-séries:** entre as três aquisições consecutivas, para cada série;
- **Inter-séries:** entre as médias, das três aquisições consecutivas, de cada série;

Este coeficiente de correlação permite medir a intensidade da associação entre as variáveis, sendo que, quanto mais perto estiver dos limites (-1 ou 1), maior é a associação linear entre as variáveis. Se o coeficiente for negativo, as variáveis variam em sentido contrário, se positivo variam no mesmo sentido [57].

Para verificar quais os factores que têm mais influência sobre a disposição espacial das vértebras e a amplitude dos ângulos de curvatura da coluna vertebral recorreu-se à **Regressão Linear Múltipla** com o método de selecção automática de variáveis *Forward*. Este, prevê o comportamento de uma variável dependente a partir de variáveis independentes, verificando se existe uma associação linear entre elas [57, 58].

Através deste método é obtido: o coeficiente de determinação,  $R^2$ , que mede a qualidade do ajustamento; a inclinação da recta, B, que indica a relação linear entre variáveis onde poderão crescer no mesmo sentido, se B positivo, ou em sentido contrário, se B negativo [57–59].

O método de selecção automática *Forward*, adiciona uma variável de cada vez, seleccionando em primeiro lugar, aquela que tem um valor de correlação maior e assim consequentemente, até que o aumento do coeficiente de determinação, devido à inclusão de uma nova variável explicativa no modelo, deixa de ter importância [60].

## 5.2 Caracterização Demográfica da Amostra

O estudo foi composto por uma amostra de catorze indivíduos (N=14), onze afectados pela Espondilite Anquilosante (78,6%) e três controlos saudáveis (21,4%). Assim, apresenta-se a caracterização demográfica desta amostra de onze doentes onde os dados da análise descritiva apresentam-se através da média  $\pm$  desvio-padrão.

Dos onze elementos portadores da doença, nove são do sexo masculino (81,8%) e dois do sexo feminino (18,2%), com média das Idades de  $47 \pm 15$  anos (compreendidas entre

26 e 72 anos de idade). Através da mediana das idades dividiu-se o grupo em dois, seis indivíduos com idade superior a 44 anos (54,5%) e cinco inferior a 44 anos (45,5%).

A Altura média toma o valor de  $1,7 \pm 0,1$  m (compreendidas entre 1,54 e 1,87 m) tendo-se com a mediana sub-dividido a amostra em dois grupos, cinco com menos de 1,70 m (45,5%) e seis com mais de 1,70 m (54,5%). Peso médio de  $78 \pm 11$  Kg (compreendidos entre 51,0 e 91,6 Kg) e o Índice de Massa Corporal médio  $26 \pm 3$  Kg/m<sup>2</sup> (compreendidos entre 21,50 e 31,24 Kg/m<sup>2</sup>). Verificou-se que cinco indivíduos do sexo masculino possuem um IMC normal (55,6%) e quatro um IMC alto (44,4%). Relativamente aos elementos do sexo feminino, um possui o IMC elevado (50%) e outro possui o IMC normal (50%).

Em relação ao tempo de evolução da Espondilite Anquilosante, sete elementos possuem a doença há menos de dez anos (63,6%) e quatro possuem-na há mais de dez anos (36,4%).

Em relação às habilitações literárias, cinco elementos concluíram o ensino secundário ou terceiro ciclo (45,5%), outros cinco possuem o grau de Licenciatura (45,5%) e um elemento não possui nenhum grau escolar (9,1%). De acordo com a Classificação Nacional das Profissões [61], distinguem-se: Trabalhadores não qualificados (27,3%); Especialistas das actividades intelectuais e científicas (27,3%); Técnicos e profissões de nível intermédio (18,2%); Representantes do poder legislativo e de órgãos executivos, dirigentes, directores e gestores executivos (9,1%); Trabalhadores dos serviços pessoais, de protecção, segurança e vendedores (9,1%); e Estudantes (9,1%). A maioria trabalha a tempo inteiro (81,8%) e apenas duas pessoas se encontram reformadas (18,2%).

A maior parte dos elementos é casado/união de facto (72,7%), havendo dois elementos solteiros (18,2%) e um divorciado (9,1%).

Dos onze indivíduos, cinco já realizaram cirurgias abdominais (45,5%) e apenas um realizou cirurgias torácicas (9,1%).

A posição mais adoptada ao longo do dia, pela maioria, é sentado (54,5%) seguida da posição de pé (45,5%). A maior parte dos elementos passa entre 5 a 8 horas, ao longo do dia, nessa posição (54,5%) e em média dormem  $6,3 \pm 0,8$  horas por noite. Todos os elementos da amostra responderam que utilizavam, preferencialmente, sapatos rasos.

Relativamente aos parâmetros específicos da doença, a média dos valores do BASDAI (avalia a actividade da doença) é de  $3 \pm 2$  (compreendidos entre 0,39 e 8,10) no entanto, verifica-se que nove elementos possuem uma pontuação inferior a cinco valores (81,8%). A média dos valores do BASFI (avalia a capacidade funcional do indivíduo) é de  $2 \pm 2$  (compreendidos entre 0,20 e 8,40) onde dez elementos possuem uma pontuação inferior a cinco valores (90,9%). Por último, a média dos valores do BASMI (avalia a repercussão metrológica) é de  $0,4 \pm 0,4$  (compreendidos entre 0,00 e 1,40).

As tabelas com a análise dos resultados encontram-se no apêndice D.

### 5.3 Posição Tridimensional dos Vértices das Apófises Espinhasas

Da análise da posição espacial de cada vértice das apófises espinhosas, intra-séries, verificou-se, na 1ª série, uma forte correlação para as coordenadas Y e Z, existindo, por vezes, uma fraca correlação para a coordenada X, com os seus valores perto do zero, sofrendo oscilações, principalmente entre a 1ª e a 3ª aquisição. Na 2ª e 3ª série verificou-se, de modo geral, uma forte correlação positiva entre as aquisições consecutivas, para as coordenadas X, Y e Z.

Na tabela 5.1 encontra-se, como exemplo, os valores do coeficiente de *Spearman*, para cada coordenada da D5, na 2ª série.

As restantes tabelas com a análise da correlação de resultados encontram-se no Apêndice D.

Tabela 5.1: Coeficiente de *Spearman*, para cada coordenada, da D5 para a 2ª Série (Aq-Aquisição).

D5 Série 2	X			Y			Z		
	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,8	0,6	1,0	0,8	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

Na tabela 5.1, é possível observar que o coeficiente de *Spearman* ( $\rho$ ) varia entre 0,6 e 1,0 para as diferentes aquisições, verificando-se assim uma forte correlação positiva entre as três aquisições, da 2ª série, para cada coordenada da D5.

Analisando os resultados obtidos para cada coordenada, verificou-se uma forte correlação positiva ( $\rho = 1,0$ ) no eixo do Z, onde podemos concluir que os valores são dependentes, variando linearmente e no mesmo sentido. Este resultado vai de encontro ao esperado, visto os indivíduos não sofrem oscilações no eixo vertical estando sempre na posição ortostática.

No eixo do X, em muitos casos, existe uma fraca correlação o que leva a concluir que se tratam de oscilações aleatórias, não havendo uma associação linear, entre as várias aquisições consecutivas [57].

No eixo do Y, verificou-se uma correlação positiva ( $0,6 < \rho < 1,0$ ) onde os valores são dependentes, sofrendo uma pequena flutuação. Este resultado indica que, tal como foi possível observar durante a recolha de dados, os indivíduos sofrem oscilações ântero-posteriores entre aquisições consecutivas.

As alterações biomecânicas da coluna vertebral, em indivíduos com Espondilite Anquilosante, proporcionam um avanço do centro de gravidade do tronco reduzindo o equilíbrio. Este, tende a ser compensado com a flexão dos joelhos, impossibilitando aos indivíduos estarem completamente imóveis, na posição ortostática, durante um certo período de tempo (Figura 5.1) [62, 63].



### 5.3. POSIÇÃO TRIDIMENSIONAL DOS VÉRTICES DAS APÓFISES ESPINHOSAS

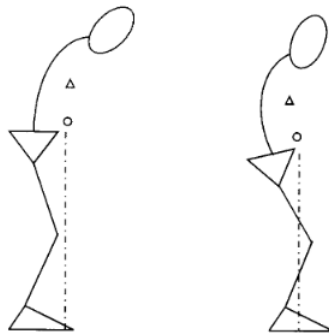


Figura 5.1: Deslocação do centro de gravidade, existindo uma flexão dos membros inferiores para manter o equilíbrio. Retirado de [62].

Para a recolha de dados, os indivíduos têm de estar imóveis, na posição ortostática, sem flexão dos joelhos proporcionando um desequilíbrio. No exemplo da figura 5.2, encontra-se representada, no plano sagital, a coluna vertebral de um indivíduo para três aquisições consecutivas, onde são visíveis as oscilações ântero-posteriores.

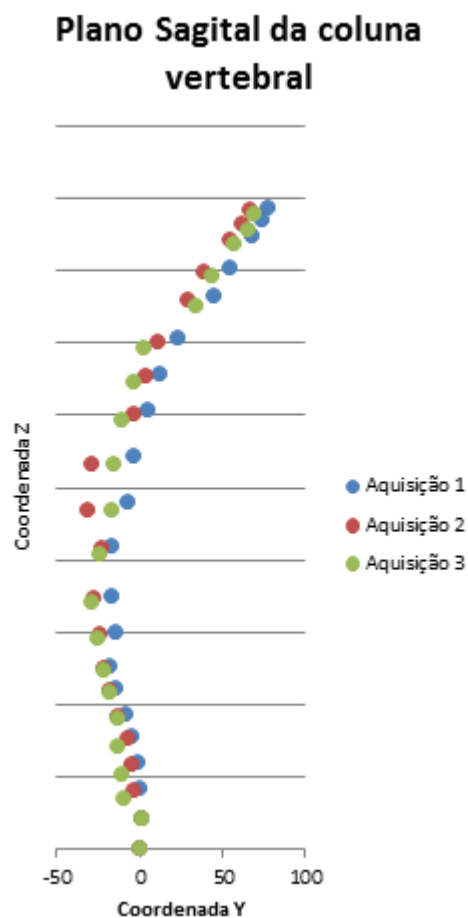


Figura 5.2: Gráfico representativo das oscilações ântero-posteriores entre três aquisições de um indivíduo da amostra.

De maneira a atenuar as oscilações da posição de equilíbrio, ocorridas entre aquisições consecutivas de cada série, foram calculadas as médias desses valores, para cada coordenada, sendo feita a análise estatística inter-séries.

As três séries foram correlacionadas entre si através do coeficiente de *Spearman* ( $\rho$ ) encontrando-se, na tabela 5.2, como exemplo, os resultados obtidos para cada coordenada da D5.

As tabelas com os restantes resultados encontram-se no Apêndice D.

Tabela 5.2: Coeficiente de *Spearman* ( $\rho$ ), para cada coordenada, da média de cada série para a D5 (S - Série).

Média D5	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,8	0,7	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

Através da tabela 5.2, e após a análise estatística, foi possível observar uma forte correlação positiva para cada coordenada, entre as diferentes séries. Estes valores indicam uma forte dependência linear entre séries, tendo o coeficiente de correlação valores entre 0,6 e 1,0 à exceção da coordenada X para algumas vértebras lombares.

Estes resultados mostram que, apesar de os indivíduos possuírem um equilíbrio reduzido sofrendo oscilações entre aquisições consecutivas, há uma forte consistência na postura de equilíbrio entre séries.

## 5.4 Amplitude dos Ângulos de Curvatura da Coluna Vertebral

A amplitude normal dos ângulos das curvaturas fisiológicas depende do conjunto definido para a VLS e VLI.

Os valores normais para a lordose lombar, utilizando o conjunto L1 e S1, são entre os 33° e os 79° [18]. Para a cifose dorsal, utilizando o conjunto D1 e D12, não existe nenhum intervalo de referência, como tal utilizou-se uma média dos valores encontrados na literatura,  $34 \pm 3^\circ$  [24, 27–29].

Na figura 5.3, encontram-se as médias das amplitudes das curvaturas obtidas para cada indivíduo, bem como as amplitudes normais de referência.

Pela figura 5.3, observa-se que para a maior parte dos indivíduos, o valor médio da amplitude da cifose dorsal é inferior a 34°, indicando que estes indivíduos contêm uma rectificação da cifose dorsal. O mesmo acontece para a lordose lombar onde a maioria dos valores são inferiores a 79°.

A amplitude média dos ângulos, da amostra, para a cifose dorsal é de  $34 \pm 11^\circ$  e para a lordose lombar  $76 \pm 6^\circ$ . Ambos os valores de referência para as curvaturas da coluna vertebral encontram-se dentro dos referidos intervalos concluindo-se que o valor

médio das amplitudes dos ângulos da amostra não diferem significativamente dos valores encontrados na literatura.

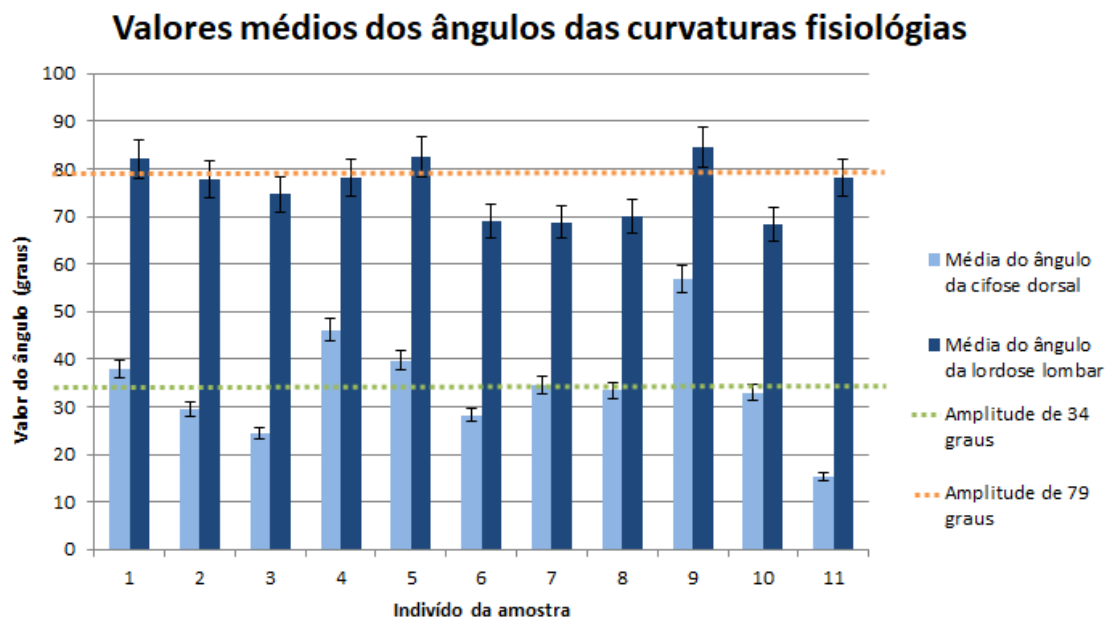


Figura 5.3: Gráfico dos valores médios dos ângulos de curvaturas, com um intervalo de confiança a 95%, contendo os limites a 34°e 79°.

A Espondilite Anquilosante de longa evolução, é caracterizada pela acentuação da cifose dorsal e a rectificação da lordose lombar, pelo que os resultados alcançados, para a cifose dorsal, não vão ao encontro do que é previsto [3, 8]. Certamente, deve-se ao facto da amostra ser pequena e não homogénea, onde a maior parte dos indivíduos (N=7) possuem a doença há menos de dez anos, traduzindo-se num estado de curta evolução. Não sendo, ainda, completamente visíveis as consequências estruturais da doença.

Realça-se, ainda, que os valores considerados normais, encontrados na literatura, para a amplitude dos ângulos de curvatura não foram validados para a população Portuguesa, não possuindo um valor de referência, tornando difícil a comparação dos resultados envolvidos.

## 5.5 Factores Sócio-demográficos e Parâmetros Específicos da Patologia

Para a analisar os factores que têm mais influência sobre a posição tridimensional das apófises espinhosas e a amplitude dos ângulos de curvatura recorreu-se à Regressão Linear Múltipla, usando o método de selecção automática *Foward*.

Primeiramente, este modelo foi aplicado aos factores apontados pela literatura de responsáveis pelas alterações biomecânicas da coluna vertebral, tais como a idade, Índice

de Massa Corporal (IMC), posição mais adoptada ao longo do dia e o tipo de calçado utilizado [6].

O modelo não encontrou nenhuma relação linear entre os factores sócio-demográficos e as coordenadas dos vértices das apófises espinhosas. Apesar de gerar um coeficiente de determinação elevado, os valores não se encontravam dentro do intervalo de confiança (*p-value* superior a 5%). Este resultado pode ser justificado com o facto da amostra ser pequena.

Ao analisar os dados com mais detalhe, verificou-se que não existe uma grande variabilidade entre eles: 100% da amostra utiliza o mesmo tipo de calçado; os valores das idades e do IMC são próximo uns dos outros, não variando muito entre elementos; e, apesar de existir uma maior discrepância na posição mais adoptada ao longo do dia, não é suficiente para explicar as alterações biomecânicas da coluna vertebral. Seria necessário uma amostra maior para existir, eventualmente, um maior poder explicativo das variáveis.

Seguidamente, verificou-se que parâmetros específicos da patologia tinham maior influência nos ângulos de curvatura tendo sido considerados o BASDAI (*Bath Ankylosing Espondylitis Disease Activity Index*), o BASFI (*Bath Ankylosing Espondylitis Functional Index*) e o BASMI (*Bath Ankylosing Espondylitis Metrology Index*).

Apenas os dados do BASMI foram conclusivos, estando o resultado obtido na tabela 5.3.

Tabela 5.3: Resultado da regressão linear múltipla com o método selecção *Forward*, para o arco-tangente da média dos ângulos de curvatura e o parâmetro BASMI.

	B	Desvio-Padrão	<i>p-value</i>
Constante	5	1	0,001
Arco-tangente lordose lombar Série 2	-5	1	0,002

Ao observar a tabela 5.3, verifica-se que, para a 2ª série, o B é negativo indicando que as variáveis crescem em sentidos contrários, mas proporcionalmente, isto é, com o aumento do BASMI existe uma diminuição da amplitude do ângulo da lordose lombar.

Atendendo a que o BASMI se relaciona com a gravidade estrutural, seria de esperar que um valor mais alto de BASMI se traduzisse numa diminuição da amplitude dos ângulos de curvatura. Segundo os resultados, o BASMI explica a variação da amplitude da lordose lombar estando em concordância com a literatura. A maior parte da amostra possui a doença há pouco tempo e, segundo Martins et al [3], a Espondilite Anquilosante possui um carácter ascendente, atingindo todos os segmentos vertebrais, diminuindo gradualmente a mobilidade axial.

Tanto o BASDAI, que avalia a actividade da doença, como o BASFI, que avalia a funcionalidade do indivíduo, não foram considerados como variáveis explicativas das variações dos ângulos das curvaturas. Este resultado é compreensível visto tratarem-se de parâmetros que avaliam, essencialmente, a nível inflamatório.

## 5.5. FACTORES SÓCIO-DEMOGRÁFICOS E PARÂMETROS ESPECÍFICOS DA PATOLOGIA

Analisando com mais detalhe as pontuações obtidas por cada indivíduo, foi possível construir um gráfico com os valores alcançados, para cada índice (figura 5.4).

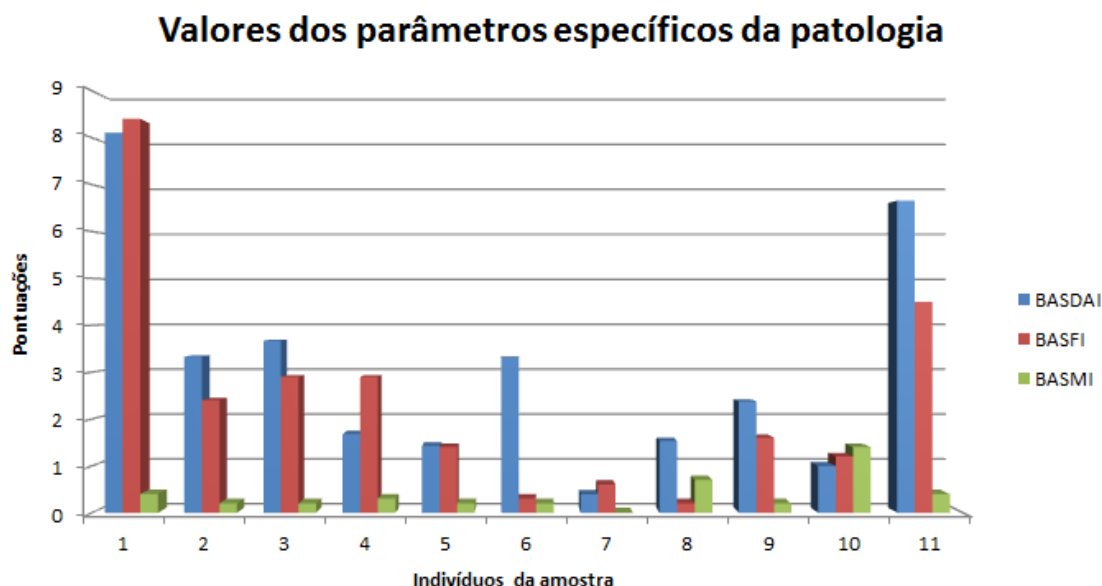


Figura 5.4: Gráfico com as pontuações obtidas através das escalas visuais analógicas referentes aos parâmetros específicos da Espondilite Anquilosante.

Na figura 5.4, verifica-se que a maior parte da amostra em estudo (81,8%), possui um BASDAI inferior a cinco valores, ou seja, baixa actividade. O mesmo acontece para o BASFI, traduzindo-se numa boa capacidade funcional, para a maioria da amostra (90,9%). Em relação ao BASMI, toda a população apresenta valores inferiores a dois, revelando uma boa mobilidade axial.

Comparando o gráfico da figura 5.3, com o da 5.4, observa-se que em comparação com o resto dos elementos, o indivíduo dez possui um BASMI elevado (1,4 valores), sendo também o que possui uma amplitude do ângulo da lordose lombar mais baixa (68,33°). Este resultado vem em concordância com a regressão linear apresentada anteriormente, onde o BASMI revela-se como a variável explicativa da amplitude da lordose lombar.

Em suma, os indivíduos demonstram uma avaliação clínica positiva à excepção do indivíduo um que apresenta uma doença muito activa (BASDAI elevado) e uma capacidade funcional bastante limitada (BASFI elevado).



## CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este projecto teve como principais objectivos aplicar, pela primeira vez, o Métrica Vertebral em indivíduos afectados pela Espondilite Anquilosante, desenvolver uma interface clínica adaptada às necessidades clínicas da patologia que permitisse analisar os dados provenientes do Métrica Vertebral e, ainda, o desenvolvimento de uma base de dados para registo da informação.

Foi feita uma análise da literatura relativamente aos factores que poderão provocar alterações biomecânicas da coluna vertebral, aos métodos não-invasivos existentes para as avaliar e, ainda, relativamente à doença reumática, Espondilite Anquilosante.

Através dessa análise, foram encontrados os factores que segundo a literatura podem influenciar a biomecânica da coluna vertebral, entre eles destacaram-se a idade, o peso, o IMC, o tipo de calçado usado e a posição mais adoptada ao longo do dia.

Em relação aos instrumentos utilizados para avaliar a coluna vertebral, os métodos invasivos continuam a ser os preferidos, pois proporcionam uma análise mais completa da coluna vertebral em comparação aos métodos não-invasivos. Estes apenas analisam parcialmente a coluna vertebral, sendo alguns deles dispendiosos e de difícil manuseio. No sentido de preencher essa lacuna, foi desenvolvido o Métrica Vertebral que conta com três protótipos, sendo extremamente inovador a nível clínico.

Este instrumento permite obter uma análise global e integrada da coluna vertebral, permitindo fazer várias aquisições sem prejudicar a saúde do indivíduo. Para este projecto foi escolhido o terceiro protótipo deste instrumento que, através da visão estéreo e algoritmos de processamento de imagem, permite obter as coordenadas tridimensionais dos vértices das apófises espinhosas, podendo posteriormente, através de modelos matemáticos da coluna vertebral, aferir sobre as curvaturas fisiológicas e as suas alterações. Permite, assim, fazer uma análise quantitativa das alterações biomecânicas da coluna vertebral resultantes de diversos factores sócio-demográficos e/ou patologias associadas tais

como, as doenças inflamatórias do foro reumatológico.

Foi feita uma pesquisa sobre as doenças reumáticas crónicas, mais concretamente as espondiloartrites, tendo sido estabelecidos os métodos e parâmetros utilizados para diagnóstico, caracterização e avaliação da Espondilite Anquilosante. Esta doença reumática de carácter inflamatório afecta predominantemente a coluna vertebral provocando raquialgias e alterações biomecânicas da mesma. Actualmente, é apenas analisada através de radiografias, ressonância magnética, análises sanguíneas e de parâmetros específicos obtidos através de escalas visuais analógicas. Visto ser uma doença crónica, é essencial existirem vários momentos de avaliação e instrumentos, tais como o Métrica Vertebral, que o permitam fazer regularmente, de forma não-invasiva.

Para analisar os dados provenientes do Métrica Vertebral, foi desenvolvida uma interface clínica, **Reuma-SpA**, direccionada para a reumatologia, mais especificamente para a Espondilite Anquilosante, aferindo sobre a cifose dorsal e a lordose lombar. Esta, permite monitorizar a evolução clínica do indivíduo através dos parâmetros específicos de caracterização e avaliação da doença, bem como das alterações biomecânicas da coluna vertebral.

Na **Reuma-SpA** foi incorporada uma base de dados para guardar a informação proveniente do Métrica Vertebral, tornando o processo de recolha, armazenamento e posterior análise de informação mais fácil. Esta permite guardar, para além das coordenadas das apófises espinhosas, os ângulos de curvatura da coluna vertebral, as informações pessoais e clínicas dos indivíduos, para diversos momentos de avaliação. Sendo possível, posteriormente, aceder à informação analisando a evolução clínica dos indivíduos.

Esta dissertação esteve incorporada num projecto mais abrangente, aprovado pela comissão de ética do CHLO, Hospital de Egas Moniz que tem como objectivo avaliar qualitativa e quantitativamente a patologia, proporcionando uma avaliação mais integrada da Espondilite Anquilosante, criando um modelo de progressão da mesma. Foram estabelecidos os questionários e consentimentos informados bem como a metodologia de recolha de dados como Métrica Vertebral.

Foram recolhidos dados de uma amostra de catorze indivíduos, sendo onze afectados pela patologia, realizando, com o Métrica Vertebral, nove aquisições, por indivíduo. Através dos questionários, foi possível fazer a caracterização demográfica da amostra e a avaliação da doença.

Através da correlação, intra-séries, da posição espacial das vértebras foi possível verificar que existe uma redução do equilíbrio, resultando em oscilações ântero-posteriores, quando os indivíduos se encontram na posição ortostática. Estas devem-se predominantemente, ao avanço do centro de gravidade do tronco devido às alterações biomecânicas da coluna vertebral. No entanto, apesar destas flutuações da posição de equilíbrio, entre aquisições consecutivas, verificou-se uma consistência entre as diferentes séries.

Da análise das amplitudes dos ângulos de curvatura, verificou-se que os indivíduos em estudo, de um modo geral, sofriam uma rectificação da cifose dorsal e da lordose lombar, não estando inteiramente de acordo com a literatura encontrada. No entanto,



---

podem existir discrepâncias nos resultados alcançados visto os valores considerados como referência não serem precisos nem validados para a população Portuguesa. Verificou-se ainda que a diferença entre os valores das amplitudes da amostra e os da literatura, não é significativa.

Confirmou-se a relação linear entre o BASMI e a amplitude de curvatura da coluna lombar. A rectificação da lordose lombar pode ser explicada através do aumento do BASMI. A Espondilite Anquilosante atinge todas as articulações axiais de forma ascendente e visto a maior parte da amostra serem indivíduos com uma patologia de curta duração, este resultado vai ao encontro do que seria esperado.

Apesar dos valores do BASMI estarem perto de zero e não sofrerem muitas oscilações, foi possível verificar a sua relação com gravidade estrutural dos indivíduos sugerindo, assim, que o Métrica Vertebral, tem capacidade para analisar quantitativamente a coluna vertebral em indivíduos com Espondilite Anquilosante.

Não foi possível confirmar a influência de certos factores considerados relevantes pela literatura nas alterações biomecânicas da coluna vertebral. Estes e outros resultados menos consistentes podem estar relacionados com os seguintes factores:

- Amostra do estudo e de controlo reduzida;
- Metodologia de recolha de dados;
- Revisão bibliográfica relativa à análise quantitativa da coluna vertebral incoerente ou insuficiente;

Como perspectivas futuras destaca-se a necessidade de aumentar a amostra sendo ainda essencial fazer uma análise mais completa. Por exemplo, analisando desde a C1 à S1, desenvolvendo um algoritmo que estime a amplitude do ângulo da lordose cervical e, ainda, os ângulos dos desvios laterais, quantificando as escolioses.

No que diz respeito aos instrumentos de recolha de dados, o passo seguinte seria associar a base de dados desenvolvida, na presente dissertação, directamente ao Métrica Vertebral, onde as coordenadas passariam a ser guardadas directamente na base de dados, evitando que o utilizador tenha que importar a informação para a interface clínica, tornando todo o processo mais eficiente e o Métrica Vertebral um aparelho mais robusto.

Este projecto revelou-se importante tanto a nível clínico e de engenharia, como a nível pessoal. Teve uma forte componente em programação, para o desenvolvimento da interface clínica e da base de dados, tornando-se um projecto desafiante que permitiu o desenvolvimento de ferramentas importantes para a análise das alterações biomecânicas da coluna vertebral bem como para a avaliação e monitorização da Espondilite Anquilosante.

A coluna vertebral é a estrutura de suporte do corpo que atenua os impactos sofridos ao longo da vida e, infelizmente, os métodos de análise existentes utilizam radiação ionizante prejudicial para o indivíduo. Dada a importância deste estudo, foi apresentado

um póster no *2nd NOVA Biomedical Engineering Workshop* realizado na FCT da UNL. Este encontra-se no Apêndice E.

É de extrema relevância, a continuação deste projecto para promover uma compreensão mais abrangente das alterações biomecânicas da coluna vertebral, tornando os métodos e instrumentos de análise mais completos, implementando programas de intervenção mais direccionados para a problemática de cada doente.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] C. Quaresma, F. João, M. Fonseca, M. F. Secca, A. Veloso, J. G. O'Neill e J. Branco. "Comparative evaluation of the tridimensional spine position measured with a new instrument (Vertebral Metrics) and an optoelectronic system of stereophotogrammetry". Em: *Medical & biological engineering & computing* 48.11 (2010), pp. 1161–1164.
- [2] F. M. Pimentel-Santos, A. F. Mourão, C. Ribeiro, J. Costa, H. Santos, A. Barcelos, P. Pinto, F. Godinho, M. Cruz e E. Vieira-Sousa. "Spectrum of ankylosing spondylitis in Portugal. Development of BASDAI, BASFI, BASMI and mSASSS reference centile charts". Em: *Clinical rheumatology* 31.3 (2012), pp. 447–454.
- [3] N. Martins, G. Furtado, M. Campos, J. Ferreira, J. Leitão e E. Filaire. "Exercise and ankylosing spondylitis with New York modified criteria: a systematic review of controlled trials with meta-analysis". Em: *Acta Reumatológica Portuguesa* 39.4 (2014).
- [4] C. Quaresma, I. Dias, M. Forjaz Secca, J. Goyri-O'Neill e J. Branco. "Métrica vertebral: a aplicação de uma nova tecnologia na análise da coluna vertebral". Em: *Acta Médica Portuguesa* (2013).
- [5] A. T. Gabriel, C. Quaresma e P. Vieira. "Vertebral Metrics. Automation of a non-invasive instrument to analyse the spine". Em: *Proceedings of the International Conference on Biomedical Electronics and Devices - Volume 1: BIODEVICES*. 2015, pp. 150–155.
- [6] C. Quaresma. "Alterações biomecânicas da coluna vertebral durante a gravidez". Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2010.
- [7] I. Pedro. "Métrica Vertebral - Avaliação da biomecânica da coluna vertebral em mulheres com aumento de volume mamário". Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2016.
- [8] E. M. Silva, S. C. Andrade e M. J. Vilar. "Evaluation of the effects of Global Postural Reeducation in patients with ankylosing spondylitis". Em: *Rheumatology international* 32.7 (2012), pp. 2155–2163.
- [9] J. E. Pina. *Anatomia humana da locomoção*. 4ª Edição. Lidel, 2010.
- [10] S. J. Hall. *Biomecânica Básica*. 5ª Edição. 2009.
- [11] R. Marques. *Anatomia do Movimento*. 4ª Edição. 2007.

- [12] A. T.M. V. Gabriel. “Métrica vertebral: processamento otimizado de imagem”. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2012.
- [13] R Seeley Rod e T. Stephens Trent e Philip. *Anatomia e Fisiologia*. 6ª Edição. 2005.
- [14] J. P. Iannotti e R. Parker. *The Netter Collection of Medical Illustrations: Musculoskeletal System, Volume 6, Part II-Spine and Lower Limb*. Elsevier Health Sciences, 2013.
- [15] J. M. Santos, A. Cavacas, A. J. S. Silva, C. Zagalo, J. G. Evangelista, P. Oliveira e V. Tavares. *Anatomia Geral Moreno*. 4ª Edição. 2007.
- [16] C. Menezes. *Anatomia da Coluna Vertebral*. URL: <http://www.cristianomenezes.com.br/2013/06/anatomia-da-coluna-vertebral/> (acedido em 11/09/2017).
- [17] T. Vrtovec, F. Pernuš e B. Likar. “A review of methods for quantitative evaluation of spinal curvature”. Em: *European Spine Journal* 18.5 (2009), pp. 593–607.
- [18] D. S. Bradford, J. Lonstein, J. Moe, J. Ogivie e R. Winter. “E scoliose e outras deformidades da coluna: o livro de moe”. Em: *São Paulo: Santos* 1 (1994).
- [19] P. Roussouly, S. Gollogly, E. Berthonnaud e J. Dimnet. “Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position”. Em: *Spine* 30.3 (2005), pp. 346–353.
- [20] T. Fa e C. GA. “Confiabilidade e validade das medidas da cifose torácica através do método flexicurva”. Em: *Rev. bras. fisioter., São Carlos* 11.3 (2007), pp. 199–204.
- [21] M. A. Leroux, K. Zabjek, G. Simard, J. Badeaux, C. Coillard e C. H. Rivard. “A noninvasive anthropometric technique for measuring kyphosis and lordosis: an application for idiopathic scoliosis”. Em: *Spine* 25.13 (2000), pp. 1689–1694.
- [22] S. Propst-Proctor e E. E. Bleck. “Radiographic determination of lordosis and kyphosis in normal and scoliotic children”. Em: *Journal of Pediatric Orthopaedics* 3.3 (1983), pp. 344–346.
- [23] S. A. Voutsinas e G. D. Macewen. “Sagittal profiles of the spine”. Em: *Clinical Orthopaedics and related research* 210 (1986), pp. 235–242.
- [24] M. Bernhardt e K. H. Bridwell. “Segmental analysis of the sagittal plane alignment of the normal thoracic and lumbar spines and thoracolumbar junction”. Em: *Spine* 14.7 (1989), pp. 717–721.
- [25] D. E. Gelb, L. G. Lenke, K. H. Bridwell, K. Blanke e K. W. McEnery. “An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers”. Em: *Spine* 20.12 (1995), pp. 1351–1358.
- [26] R. Vedantam, L. G. Lenke, J. A. Keeney e K. H. Bridwell. “Comparison of standing sagittal spinal alignment in asymptomatic adolescents and adults”. Em: *Spine* 23.2 (1998), pp. 211–215.

- [27] R Poolman, H Been e L Ubags. "Clinical outcome and radiographic results after operative treatment of Scheuermann's disease". Em: *European Spine Journal* 11.6 (2002), pp. 561–569.
- [28] G. T. Fon, M. J. Pitt e A. Thies Jr. "Thoracic kyphosis: range in normal subjects". Em: *American Journal of Roentgenology* 134.5 (1980), pp. 979–983.
- [29] C. G. de Loubresse, R Vialle e S Wolff. "Cyphoses pathologiques". Em: *EMC-Rhumatologie-Orthopédie* 2.3 (2005), pp. 294–334.
- [30] R. Vialle, N. Levassor, L. Rillardon, A. Templier, W. Skalli e P. Guigui. "Radio-graphic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects". Em: *JBJS* 87.2 (2005), pp. 260–267.
- [31] M. Dougados e D. Baeten. "Spondyloarthritis". Em: *The Lancet* 377.9783 (2011), pp. 2127–2137.
- [32] J. D. Taurog, A. Chhabra e R. A. Colbert. "Ankylosing spondylitis and axial spondyloarthritis". Em: *New England Journal of Medicine* 374.26 (2016), pp. 2563–2574.
- [33] J. Braun e J. Sieper. "Ankylosing spondylitis". Em: *The Lancet* 369.9570 (2007), pp. 1379–1390.
- [34] AntesDepois. *Espondilite Anquilosante*. URL: <http://www.fotosantesedepois.com/espondilite-anquilosante/> (acedido em 10/09/2017).
- [35] L. Narciso. *Manual Informativo para doentes do Espondilite Anquilosante*. 2012. URL: [http://www.spreumatologia.pt/upload/Manual\\_DT\\_EA\\_01.pdf](http://www.spreumatologia.pt/upload/Manual_DT_EA_01.pdf) (acedido em 19/01/2017).
- [36] A. Barcelos. *Espondilite Anquilosante, Sociedade Portuguesa de Reumatologia*. URL: [http://www.spreumatologia.pt/files/publications/e8\\_s87\\_espondilite-anquilosante\\_file.pdf](http://www.spreumatologia.pt/files/publications/e8_s87_espondilite-anquilosante_file.pdf) (acedido em 09/01/2017).
- [37] K. Scalapino e J. Davis Jr. "The treatment of ankylosing spondylitis". Em: *Clinical and experimental medicine* 2.4 (2003), pp. 159–165.
- [38] J Sieper, M Rudwaleit, X Baraliakos, J Brandt, J Braun, R Burgos-Vargas, M Dougados, K. Hermann, R Landewe, W Maksymowych et al. "The Assessment of SpondyloArthritis international Society (ASAS) handbook: a guide to assess spondyloarthritis". Em: *Annals of the rheumatic diseases* 68.Suppl 2 (2009), pp. ii1–ii44.
- [39] T. N.A. S. Society. *The Bath Indices*. Ed. por K. Irons. 2009.
- [40] F. JANUÁRIO, J. ALMEIDA, S. SERRA, C. AMARAL, P. MACHADO e L. A. RODRIGUES. "Caracterização de Doentes com Espondilite Anquilosante em Hidrocinoterapia: Uma Avaliação Multidimensional". Em: *Acta Medica Portuguesa* 25.5 (2012).
- [41] ASAS. *Índice de actividade de Bath para espondilite anquilosante (BASDAI)*. URL: [http://www.asas-group.org/clinical-instruments/clinical\\_instruments/asas\\_basdai\\_pt.pdf](http://www.asas-group.org/clinical-instruments/clinical_instruments/asas_basdai_pt.pdf) (acedido em 17/08/2017).

- [42] ASAS. *Índice funcional de Bath para espondilite anquilosante (BASDAI)*. URL: [http://www.asas-group.org/clinical-instruments/clinical\\_instruments/asas\\_basfi\\_pt.pdf](http://www.asas-group.org/clinical-instruments/clinical_instruments/asas_basfi_pt.pdf) (acedido em 17/08/2017).
- [43] NASS. *The Bath AS Metrology Index (BASMI)*. URL: <http://nass.co.uk/silo/files/basmi-pdf.pdf> (acedido em 17/08/2017).
- [44] A. S. I. Federation. "m-SASSS: Modified Stoke Ankylosing Spondylitis Spinal Score, a composite index characterizing radiologic changes in the spine of patients with ankylosing spondylitis". Em: (2005), p. 3. URL: [www.spondylitis-international.org](http://www.spondylitis-international.org).
- [45] A. A. of SpondyloArthritis. *ASDAS calculator*. URL: <http://www.asas-group.org/clinical-instruments.php?id=01> (acedido em 23/07/2017).
- [46] A. L.A.d. P. Suaide. "Desenvolvimento e validação de uma ferramenta computacional para mensuração das curvaturas da coluna vertebral". Universidade de São Paulo, 2008.
- [47] P. B. Nery. "Análise da confiabilidade intra e interexaminador do software de avaliação postural-SAPO em escolares do município de Ribeirão Preto-SP". Universidade de São Paulo, 2009.
- [48] M. Baraúna, R. Canto, H. Sanchez, J. Bustamante, R. Ventura-Silva e S Malusá. "Validade e confiabilidade intra-indivíduo do cifolordômetro na avaliação da convexidade torácica". Em: *Rev Bras Fisioter* 9.3 (2005), pp. 319–25.
- [49] *O que é o Spinal Mouse*. URL: <http://spinalmouse.ro/en/category/informatii/> (acedido em 24/07/2017).
- [50] A. Jordão, P. Duque, C. Quaresma e P. Vieira. "Development of vertebral metrics: an instrument to study the vertebral column". Em: (2011).
- [51] A. d.A.L. T. Jordão. "Concepção de um aparelho de medição 3D da coluna vertebral: Desenvolvimento de um software de detecção de apófises espinhosas e cálculo da distância ântero-posterior". Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 2010.
- [52] A. T. Gabriel, C. Quaresma, M. F. Secca e P. Vieira. "Vertebral Metrics-Application of a Non-invasive System to Analyse Vertebrae Position using Two Seating Platforms". Em: *BIODEVICES*. 2016, pp. 235–240.
- [53] N. Randolph, D. Gardner, C. Anderson e M. Minutillo. *Professional Visual Studio 2010*. John Wiley & Sons, 2010.
- [54] Microsoft. *Noções básicas da base de dados*. URL: <https://support.office.com/pt-pt/article/Noco-es-basicas-da-base-de-dados-a849ac16-07c7-4a31-9948-3c8c94a7c204> (acedido em 08/02/2017).
- [55] W3schools. *Introdução SQL*. URL: [http://www.w3schools.com/sql/sql{\\\\_}intro.asp](http://www.w3schools.com/sql/sql{\\_}intro.asp) (acedido em 08/02/2017).

- [56] P. e Educação. *O que é SQL?* URL: <https://www.portaleducacao.com.br/informatica/artigos/46276/o-que-e-sql> (acedido em 08/02/2017).
- [57] J. N. Pestana Maria Helena e Gageiro. *Análise de dados para ciências sociais - A complementariedade do SPSS*. Ed. por E. sílabo. 4ª Edição. 2005.
- [58] C. Henriques. *Análise de Regressão Linear Simples e Múltipla*. URL: <http://www.estgv.ipv.pt/PaginasPessoais/psarabando/Ambiente%202010-2011/Slides/Regressaoalunos.pdf> (acedido em 17/09/2017).
- [59] F. Feitosa. *Regressão linear. Prática no SPSS*. URL: [https://flaviafeitosa.files.wordpress.com/2015/06/12\\_regressao\\_pratica.pdf](https://flaviafeitosa.files.wordpress.com/2015/06/12_regressao_pratica.pdf) (acedido em 17/09/2017).
- [60] A. C. d. Silva. *Análise Estatística de Inquéritos online*. URL: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/19262/1/Anabela%20Costa%20da%20Silva.pdf> (acedido em 18/09/2017).
- [61] I. INE. “Classificação portuguesa das profissões”. Em: *Lisboa: INE* (2011).
- [62] S. Bot, M Caspers, B. Van Royen, H. Toussaint e I Kingma. “Biomechanical analysis of posture in patients with spinal kyphosis due to ankylosing spondylitis: a pilot study”. Em: *Rheumatology* 38.5 (1999), pp. 441–443.
- [63] S. Del Din, E. Carraro, Z. Sawacha, A. Guiotto, L. Bonaldo, S. Masiero e C. Cobelli. “Impaired gait in ankylosing spondylitis”. Em: *Medical & biological engineering & computing* 49.7 (2011), pp. 801–809.







# BASE DE DADOS

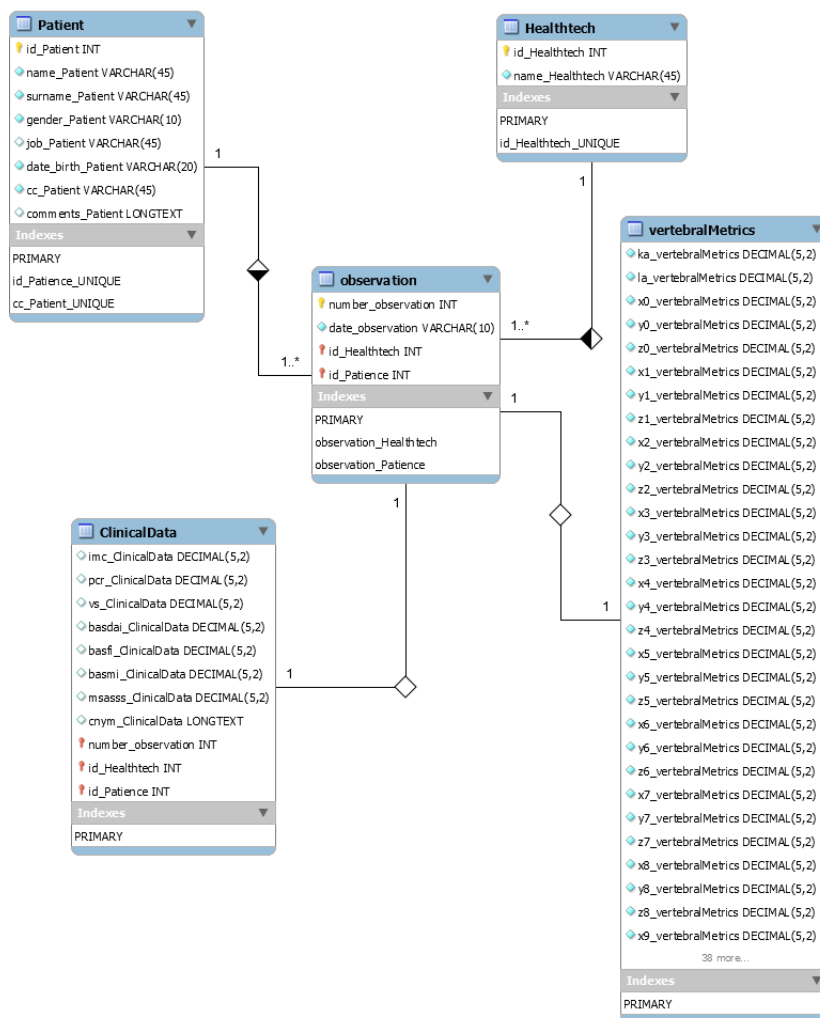


Figura A.1: Diagrama da Base de dados





## MANUAL DE UTILIZADOR



# Manual do Utilizador

---

Interface Clínica Reuma-SpA para análise de  
dados obtidos com o Métrica Vertebral

**Anayza Cebola do Espírito Santo Soares**  
**Versão 1.0 (2016/2017)**

## Índice

<b>Introdução.....</b>	<b>2</b>
Funcionalidades.....	2
Requisitos de Software.....	3
<b>Janela de Apresentação da Interface Clínica.....</b>	<b>4</b>
Menus.....	4
Dados Pessoais .....	7
Observação .....	7
Métrica Vertebral .....	8
Dados Clínicos .....	9
Caracterização .....	9
Actividade .....	10
Função .....	11
Metrologia .....	12
Gravidade Radiológica .....	13
Avaliação.....	13
Estado.....	14
<b>Evolução.....</b>	<b>14</b>

## INTRODUÇÃO

O presente manual de utilizador serve para explicar o programa “**Reuma-SpA**”. Esta interface tem como principal objectivo fornecer ao profissional de saúde, uma análise mais completa e integrada da biomecânica da coluna vertebral em indivíduos com Espondilite Anquilosante, monitorizando a sua evolução clínica, através de parâmetros específicos, e representando espacialmente os pontos dos vértices das apófises espinhosas.

Esta Interface Clínica analisa os dados obtidos com o equipamento Métrica Vertebral tornando-se uma ferramenta extremamente relevante em contexto clínico. O Métrica Vertebral é um equipamento de carácter não invasivo e permite analisar a coluna vertebral, de uma forma global, na posição ortostática, preenchendo a lacuna existente nos meios de diagnóstico, pois permite fazer análises repetidas sem prejuízo do indivíduo<sup>1</sup>.

O Métrica Vertebral permite a identificação a três dimensões do vértice de cada uma das apófises espinhosas, desde a primeira cervical até à primeira sacral. Após a inserção dos referidos dados num modelo matemático, especificamente elaborado para a coluna vertebral, é possível estimar a amplitude dos ângulos da coluna vertebral bem como os desvios laterais<sup>2,3</sup>.

A interface clínica foi desenvolvida em *Microsoft Visual Studio Community*® 2015 (versão 14.0.25431.01). A mesma foi construída com uma resolução de 1242x721 pixéis, pelo que a sua visualização está condicionada a estas dimensões.

Ainda agregada à presente interface, encontra-se a Base de Dados **EA**. Esta foi desenvolvida em *mySQL*™ recorrendo à ferramenta *mySQL Workbench 6.3 CE*, uma vez que permite um melhor acesso à informação, desenvolvimento em linguagem SQL (*Simple Query Language*) e ainda ferramentas de administração sobre os dados.

## FUNCIONALIDADES

A Interface Clínica contém as seguintes funcionalidades:

- Avaliação qualitativa e quantitativa da Espondilite Anquilosante e da biomecânica da coluna vertebral em vários momentos de avaliação distintos;
- Registo da informação pessoal e clínica de cada indivíduo;
- Cálculo dos parâmetros mais relevantes para caracterização e avaliação da Espondilite Anquilosante;
- Representação gráfica da posição tridimensional dos vértices das apófises espinhosas;
- Estimativa dos ângulos da cifose dorsal e da lordose lombar;
- Monitorização da evolução clínica do indivíduo ao longo do tempo, relativamente a parâmetros de actividade e funcionalidade da patologia, bem como dos ângulos das curvaturas da coluna vertebral;
- Importação do ficheiro Excel, gerado pelo Métrica Vertebral, que contém as coordenadas tridimensionais dos vértices das apófises espinhosas;
- Exportação da informação para um ficheiro PDF, impedindo que a mesma seja alterada fora do programa;
- Alteração da informação do indivíduo relativamente a um momento de avaliação anterior;
- Acesso ao manual do utilizador em formato PDF.

## REQUISITOS DE SOFTWARE

Para a correcta instalação e utilização dos *softwares* *Microsoft Visual Studio* e *MySQLWorkbench 6.3 CE* no seu computador é necessário ter os seguintes requisitos:

- **Sistema Operativo:** Windows 7 ou superiores;
- **RAM:** 2GB ou superior;
- **Processador:** Dual-core ou superior com no mínimo 1,8 GHz;
- **Espaço no disco rígido:** 1GB e 40GB.



## JANELA DE APRESENTAÇÃO DA INTERFACE CLÍNICA

Ao executar o programa **Interface Clínica EA** (Figura 1) o utilizador dispõe dos seguintes menus:

- **Ficheiro;**
- **Ver;**
- **Ajuda;**
- **Criar Novo Profissional.**

Esta está dividida em 5 áreas distintas:

- **Dados Pessoais;**
- **Observação;**
- **Dados Clínicos;**
- **Métrica Vertebral;**
- **Estado.**

Figura 1: Janela principal da Interface Clínica EA.

## MENUS

Os menus da interface servem para facilitar a utilização por parte do profissional de saúde, tornando a interface didáctica.

No menu “Ficheiro” o utilizador usufrui das seguintes opções (Figura 2):

- **Novo:** Permite recomeçar novamente. Isto é, apaga todos os campos existentes na interface, permitindo criar um novo ficheiro;
- **Abrir Base de Dados:** Permite ir buscar à Base de Dados da interface a informação de uma observação antecedente, sobre um indivíduo, para posterior consulta ou alteração;
- **Guardar Base de Dados:** Permite guardar a informação do indivíduo na Base de Dados da interface para posterior correlação de dados;
- **Importar PC:** Permite importar para a interface um ficheiro Excel que contenha as coordenadas tridimensionais dos vértices das apófises espinhosas;

- **Exportar PC:** Permite guardar no computador a informação do paciente num ficheiro PDF, garantindo a impossibilidade de alterar a informação pessoal ou clínica do mesmo;
- **Sair:** Permite ao utilizador sair do programa.



Figura 2: Menu “Ficheiro”.

Na opção “Abrir Base de Dados”, o utilizador pode consultar e/ou alterar a informação relativa a uma observação anterior. Ao carregar nessa opção, irá abrir uma janela com todos os indivíduos registados na Base de Dados, onde o utilizador poderá pesquisar com mais pormenor através de um dos seguintes campos (Figura 3):

- **Número de utente;**
- **Cartão de Cidadão do utente (CC);**
- **Data de nascimento do utente;**
- **Número de técnico.**

1	Maria Albertina	15/11/1966	Cozinheira	Feminino	212132142
9	José Manuel Santos	15/05/1985	Motorista	Masculino	565648789
10	Maria Júlia	03/12/1998	taxista	Feminino	232312365
11	Eduardo Mateus	12/12/1956	Fadista	Feminino	212123123
12	Ana Rabina	12/06/1993	Professora	Feminino	252565123
13	Rui Esteves	12/05/1963	Estudante	Masculino	215224156
14	Ricardo Santos	02/12/1956	Estudante	Masculino	282926456
18	Sara Ribeiro	12/05/1992	Dentista	Feminino	568945123
19	Maria Sabina	22/12/1935	Dona de casa	Feminino	546512123
20	João Maria	26/05/1993	Agrónomo	Masculino	564878563
21	Tiago Azevedo	25/11/1963	Médico	Masculino	212324123
22	Joana Ribeiro	02/10/1962	Enfermeira	Feminino	363656123

Figura 3: Lista de todos os indivíduos registados na Base de Dados.

Ao escolher o indivíduo que pretende consultar e/ou alterar a informação relativa a uma observação anterior, irá aparecer uma janela com o nome do indivíduo escolhido e o seu número de utente (Figura 4). Nesta janela, encontra-se uma lista das datas em que o indivíduo fez observações. O utilizador escolhe a data que quer consultar/alterar e ao carregar no botão “Abrir” aparece a janela principal da interface com os campos preenchidos, relativamente à observação escolhida.

Após as alterações feitas, é necessário atualizar a informação na base de dados, para tal o utilizador tem que carregar na opção “Guardar na Base de Dados”.

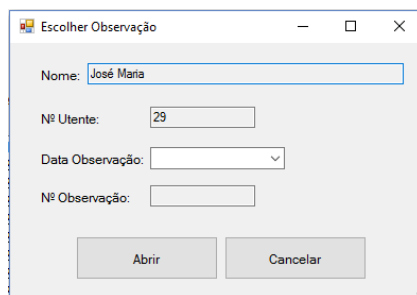


Figura 4: Janela onde o utilizador pode escolher qual a observação que pretende consultar.

No menu “Ver” (Figura 5), o utilizador contém todas as opções presentes na janela de apresentação tais como a Representação da Coluna Vertebral e o Cálculo dos diversos parâmetros, bem como a representação gráfica da evolução do indivíduo.

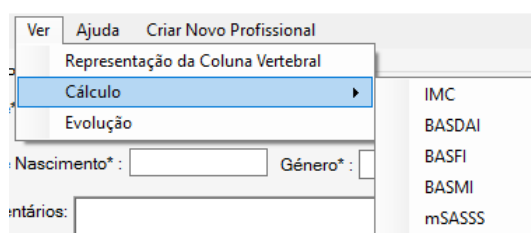


Figura 5: Menu “Ver”.

No menu “Ajuda”, o utilizador tem acesso ao presente manual de utilizador em formato PDF.

No menu “Criar Novo Profissional”, é possível criar um novo profissional de saúde, guardando a sua informação na Base de Dados, através dos seguintes passos:

- Carregar no menu “Criar Novo Profissional”;
- Preencher o campo designado para o nome do indivíduo;
- Carregar no botão “Criar Profissional de Saúde”.

Ao seguir estes passos, será gerada uma mensagem, consoante a informação registada (Figura 6). É de notar que o número de identificação do profissional de saúde é gerado automaticamente, sendo único para cada indivíduo e confidencial, uma vez que apenas este tem acesso.

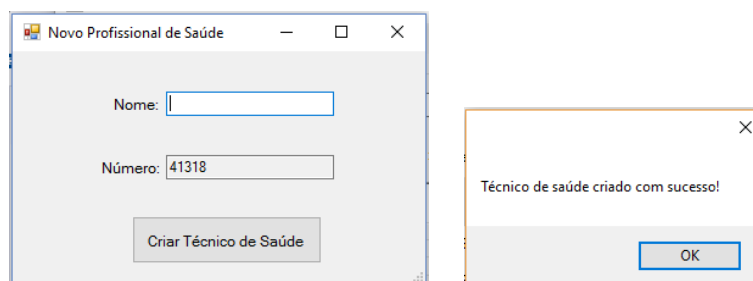


Figura 6: Janela para criar um novo Profissional de saúde onde é gerada uma mensagem.

## DADOS PESSOAIS

Esta área dispõe os dados pessoais do indivíduo (Figura 7), apresentando os seguintes campos:

- Nome;
- Apelido;
- N° de Utente;
- Data de Nascimento;
- Género;
- CC (Cartão de Cidadão);
- Profissão;
- Comentários.

O parâmetro “*N° Utente*” é único para cada indivíduo, é através deste que o programa recolhe a informação da Base de Dados e/ou, posteriormente, a guarda. Sempre que seja necessário consultar a informação sobre o indivíduo, é este número que o diferencia dos restantes.

A interface do formulário 'Dados Pessoais' apresenta campos para 'Nome\*', 'Apelido\*', 'Nº Utente' (com o valor 32), 'Data de Nascimento\*', 'Género\*' (menu suspenso), 'CC\*' e 'Profissão'. Abaixo destes campos encontra-se um campo de texto para 'Comentários'.

Figura 7: Área onde se preenche os dados pessoais do indivíduo.

## OBSERVAÇÃO

Esta componente identifica o momento de observação que está a ser analisado (Figura 8):

- A **data** em que está a ser feita a observação, por defeito é a data actual;
- O **número** do momento de observação;
- O **nome do Profissional de Saúde** que está a realizar a observação;
- O **número de identificação** do Profissional de Saúde.

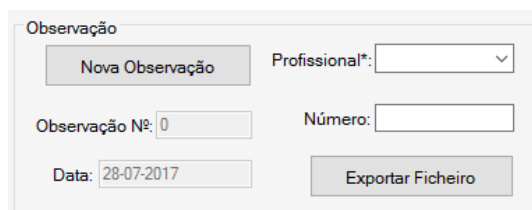
A interface do formulário 'Observação' inclui um botão 'Nova Observação', um campo 'Observação Nº' com o valor 0, um campo 'Número', e um campo 'Data' com o valor 28-07-2017. Há também um menu suspenso para 'Profissional\*' e um botão 'Exportar Ficheiro'.

Figura 8. Área onde se encontra a informação relativamente à observação.

O campo “Observação N°” é gerado automaticamente sendo, por defeito, zero. Este será incrementado, caso seja feita uma nova observação para o mesmo indivíduo.

Esta zona possui ainda um botão, “Exportar Ficheiro” que permite exportar a informação que se encontra na interface clínica, gerando um ficheiro PDF.

Ao carregar no botão “Nova Observação”, abre uma janela com a lista de todos os indivíduos registados na base de dados, igual à referida no subcapítulo “Menus” (Figura 3). Assim, é possível criar uma nova observação através dos seguintes passos:

- Carregar no botão “Nova Observação”;
- Pesquisar o indivíduo pretendido;
- Escolher o indivíduo;
- Carregar em “Abrir”.

Ao seguir estas instruções, os campos da zona “Dados Pessoais” serão preenchidos automaticamente, no campo “Observação N°” irá aparecer o número a que essa observação corresponde (Ex: Se um indivíduo já realizou anteriormente três observações, nesse campo irá parecer o número quatro) e no campo “Data” irá aparecer a data actual.

## MÉTRICA VERTEBRAL

É nesta zona da interface que se efectua a análise biomecânica da coluna vertebral (Figura 9).

O Métrica Vertebral gera um ficheiro Excel com as coordenadas tridimensionais dos vértices das apófises espinhosas. Ao importar o ficheiro Excel do computador, o programa calcula, automaticamente, a estimativa dos ângulos de curvatura:

- Da **cifose dorsal**, em graus;
- Da **lordose lombar**, em graus.

O cálculo dos ângulos das curvaturas da coluna vertebral é efectuado recorrendo ao método de *Cobb*. Este procedimento é o mais utilizado para determinar as curvaturas da coluna vertebral, por meio do estudo radiológico.

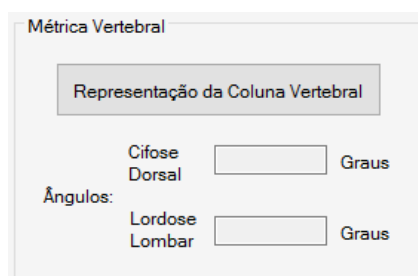
A imagem mostra uma janela de software intitulada "Métrica Vertebral". No topo, há um botão ou aba rotulado "Representação da Coluna Vertebral". Abaixo, sob o rótulo "Ângulos:", há dois campos de entrada. O primeiro é rotulado "Cifose Dorsal" e o segundo "Lordose Lombar". Cada campo de entrada é seguido pela palavra "Graus".

Figura 9: Área onde aparece a informação relativa à estimativa dos ângulos de curvatura da coluna vertebral e onde o utilizador poderá observar a representação espacial da coluna vertebral.

Para importar o ficheiro Excel e visualizar os pontos no espaço tridimensional, é necessário seguir os seguintes passos:

- Carregar no Menu “Ficheiro”;
- Seleccionar “Importar PC”;
- Procurar e seleccionar o ficheiro Excel pretendido;
- Carregar no botão “Representação da Coluna Vertebral”.

Ao seguir estes passos, aparecerá uma janela denominada por “*Representação Tridimensional da Coluna Vertebral*” contendo o gráfico tridimensional com os 20 pontos representados com diferentes cores (Figura 10).

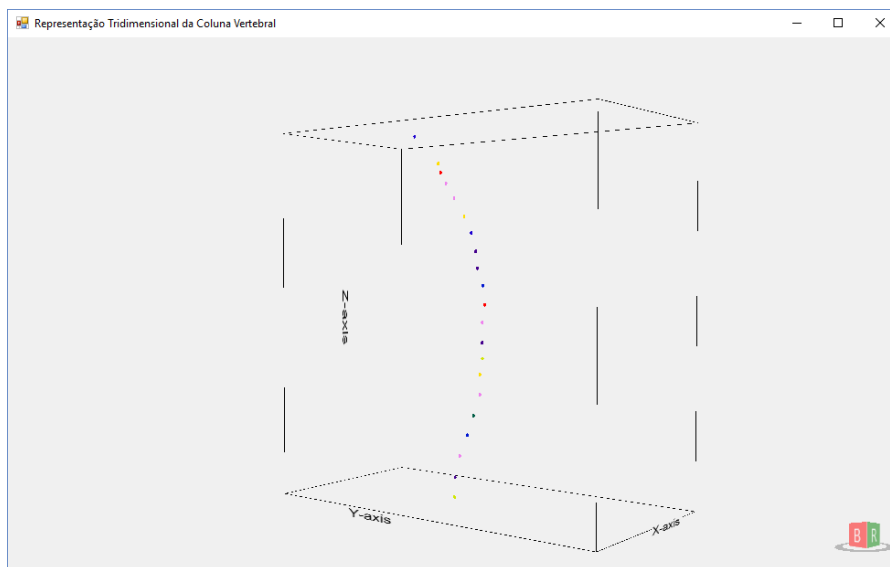


Figura 10: Janela com a representação gráfica tridimensional dos dados recolhidos com o Métrica Vertebral.

Utilizando o cursor do rato, esta janela permite ao utilizador:

- **Aumentar** ou **diminuir** a imagem (*Zoom in & Zoom out*);
- **Rodar** o gráfico através das teclas de direcção ou pressionando permanentemente o botão do lado direito do rato movimentando-o ao mesmo tempo.

## DADOS CLÍNICOS

Nesta zona da interface, o utilizador pode preencher os dados clínicos do indivíduo, referentes à patologia Espondilite Anquilosante, onde posteriormente será possível aferir sobre a sua evolução (Figura 11). Esta zona divide-se em 6 secções:

- **Caracterização;**
- **Actividade;**
- **Função;**
- **Metrologia;**
- **Gravidade Radiológica;**
- **Avaliação.**

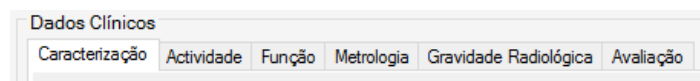


Figura 11: Área contendo os parâmetros específicos para diagnóstico, caracterização e avaliação da Espondilite Anquilosante

## CARACTERIZAÇÃO

Esta secção permite (Figura 12):

- Calcular Índice de Massa Corporal do Indivíduo, “*IMC*”;
- Registar os parâmetros de diagnóstico através dos “*Critérios de Nova Iorque Modificados*”.

Os “*Critérios de Nova Iorque Modificados*” são um meio de diagnóstico da Espondilite Anquilosante. Se o indivíduo possuir um critério Radiológico e dois critérios Clínicos obtém-se o diagnóstico de Espondilite Anquilosante.

Figura 12: Área de caracterização da Espondilite Anquilosante.

Para calcular o IMC do indivíduo (Figura 13), é necessário que o utilizador preencha os seguintes campos:

- O **peso** (Kg) do indivíduo;
- A **altura** (cm) do indivíduo;
- O **género** do indivíduo que se situa na área “Dados Pessoais”.

Figura 13: Cálculo do Índice de Massa Corporal.

O programa calcula automaticamente o IMC fazendo uma pré-avaliação consoante o género do indivíduo, indicando se o Índice de Massa Corporal se encontra *Baixo*, *Normal* ou *Alto*. Para determinar o IMC é obrigatório o campo “Género” estar preenchido. O IMC é determinado automaticamente cada vez que algum destes parâmetros é alterado.

Repare-se, ainda, que este cálculo é possível através do Menu “Ver” → “Cálculo” → “IMC”.

### ACTIVIDADE

Esta secção permite determinar o estado da actividade da doença através do “BASDAI – Bath Ankylosing Spondylitis Activity Index” (Figura 14).

Esta avaliação consiste num questionário com 6 questões em escala visual analógica de zero a dez, onde zero é “Ausente” e 10 “Muito Intenso”. Aborda domínios relacionados com a fadiga, dor axial, sintomas articulares, envolvimento entesopático e intensidade e duração da rigidez matinal<sup>4</sup>.

BASDAI - Bath Ankylosing Spondylitis Disease Activity Index

1. Como descreveria a fadiga e cansaço que experimentou?

Ausente Muito Intenso

2. Como descreveria a dor no pescoço, costas ou ancas devido à sua doença?

Ausente Muito Intenso

3. Como descreveria a dor-inchaço nas articulações que não sejam o pescoço, costas ou ancas?

Ausente Muito Intenso

4. Como descreveria o incómodo que sentiu nas zonas dolorosas ao tacto ou à pressão?

Ausente Muito Intenso

5. Como descreveria a intensidade/grau de rigidez matinal que tem tido ao acordar?

Ausente Muito Intenso

6. Qual a duração da rigidez matinal após acordar?

0 horas 30 min 1 hora 90 min >= 2 horas

Pontuação Total

Figura 14: Parâmetros específicos relativos à actividade da patologia.

A pontuação do indivíduo, relativa a esta avaliação, é determinada automaticamente de cada vez que alguma das respostas é alterada. Quanto menor a pontuação, melhor será a situação clínica do indivíduo.

Repare-se, ainda, que este cálculo é possível através do Menu “Ver” → “Cálculo” → “BASDAI”.

## FUNÇÃO

Esta secção permite determinar a capacidade funcional do indivíduo através do “BASFI – Bath Ankylosing Spondylitis Functional Index” (Figura 15). É um dos índices melhor validados para avaliar de que forma a doença interfere com as actividades diárias do indivíduo<sup>4</sup>.

Esta avaliação consiste num questionário de 10 perguntas em escala visual analógica que vai de zero a dez, onde zero é “Fácil” e 10 “Impossível”.

BASFI - Bath Ankylosing Spondylitis Functional Index

1. Colocar as meias ou collants sem ajudas ou auxiliares?

Fácil Impossível

2. Dobrar-se para a frente para apanhar uma caneta do chão sem ajudas ou auxiliares?

Fácil Impossível

3. Chegar a uma prateleira alta sem ajudas ou auxiliares ?

Fácil Impossível

4. Levantar-se de uma cadeira sem braços, sem usar as mãos ou qualquer outra ajuda?

Fácil Impossível

5. Conseguir virar-se/voltar-se na cama, sem ajuda?

Fácil Impossível

6. Manter-se de pé, sem auxílio, durante 10 minutos, sem desconforto?

Fácil Impossível

7. Subir 12-15 degraus de escada sem usar o corrimão ou sem ajuda e sem parar nos degraus?

Fácil Impossível

8. Olhar para trás sem ter de rodar o corpo?

Fácil Impossível

9. Executar tarefas que requerem esforço físico ?

Fácil Impossível

10. Completar todas as tarefas do dia, em casa ou no trabalho?

Fácil Impossível

Pontuação Total

Figura 15: Parâmetro específico relativo à funcionalidade do indivíduo afectado pela doença.



A pontuação do indivíduo, relativa a esta avaliação, é determinada de forma automática sempre que alguma resposta é alterada. Quanto menor a pontuação, melhor será a situação clínica do indivíduo.

Repare-se, ainda, que este cálculo é possível através do Menu “Ver” → “Cálculo” → “BASFI”.

## METROLOGIA

Esta secção permite determinar a mobilidade axial através do “BASMI – Bath Ankylosing Spondylitis Metrology Index” (Figura 16). Este combina medidas de mobilidade da coluna e das ancas, onde cada medida é convertida numa pontuação de 0-3, sendo 3 a pontuação máxima<sup>4</sup>.

O utilizador avalia o indivíduo através das seguintes tarefas:

- **Tragus/Parede:** Indivíduo na posição ortostática com as costas encostadas à parede, ombros para trás, braços ao longo do corpo, pés paralelos e afastados de 30 cm de distância. Cabeça na posição neutra. Medir a distância entre o tragus da orelha e a parede em ambos os lados, usando uma régua rígida. Assegurar que não ocorre extensão cervical, rotação, flexão ou flexão lateral.
- **Schober:** Indivíduo na posição ortostática, pés juntos. Colocar, com uma caneta, uma marca na junção lombo-sagrada. Colocar outra marca 5cm abaixo e 10cm acima. Medir a distância dessas duas marcas quando o indivíduo se inclina para a frente, tanto quanto possível, tentando tocar com as mãos nos pés e sem flectir os joelhos.
- **Rotação Cervical:** Indivíduo na posição ortostática com as costas encostadas à parede, ombros para trás, pés juntos e cabeça encostada à parede. Colocar um goniómetro centrado na cabeça e perpendicular à parede. Medir os graus de rotação máxima quando o indivíduo roda a cabeça para ambos os lados. Assegurar que os ombros permanecem imóveis, que não há flexão do pescoço nem flexão lateral do tronco.
- **Schober Lateral:** Indivíduo na posição ortostática com as costas encostadas à parede, ombros para trás, braços ao longo do corpo e mãos esticadas. Medir a distância mínima entre a ponta dos dedos da mão e o chão em flexão lateral total para ambos os lados. Assegurar que não existe flexão, extensão ou rotação do tronco ou flexão dos joelhos.
- **Distância Intermaleolar:** Indivíduo na posição ortostática. Medir a distância entre os maléolos internos quando o indivíduo afasta as pernas o máximo possível. Assegurar que não existe flexão dos joelhos.

BASMI - Bath Ankylosing Spondylitis Metrology Index

	0	1	2	
Tragus/Parede	< 15 cm	15 - 30 cm	> 30 cm	Direita: 0 Esquerda: 0
Schober	> 4 cm	2 - 4 cm	< 2 cm	0
Rotação Cervical	> 70°	20° - 70°	< 20°	Direita: 0 Esquerda: 0
Schober Lateral	> 10 cm	5 - 10 cm	< 5 cm	Direita: 0 Esquerda: 0
Distância intermaleolar	> 100 cm	70 - 100 cm	< 70 cm	0
Pontuação Total				0,00

Figura 16: Parâmetro específico relativo à mobilidade do indivíduo afectado pela patologia.

A pontuação do indivíduo será feita de forma automática sempre que é alterada alguma resposta. Quanto menor a sua pontuação, menos severa será a limitação de movimentos do indivíduo devido à Espondilite Anquilosante.

Repare-se que este cálculo é possível através do Menu “Ver” → “Cálculo” → “BASMP”.

## GRAVIDADE RADIOLÓGICA

Esta secção permite determinar a gravidade radiológica do indivíduo através do “*mSASSS – Modified Stoke Ankylosing Spondylitis Spinal Score*”.

Através de exames radiológicos da coluna vertebral do indivíduo, é possível determinar o estado entre as vértebras (Figura 17). Nas radiografias laterais da coluna cervical e lombar, os cantos inferiores dos 24 locais, desde o limite inferior da segunda vértebra cervical até ao limite superior da primeira vértebra torácica e do limite inferior da décima segunda vértebra torácica até ao limite superior da primeira vértebra sacrada, são avaliados através dos seguintes valores<sup>5</sup>:

- **Zero:** Normal;
- **Um:** Erosão, Esclerose, Rectificação do dorso anterior;
- **Dois:** Sindesmófito;
- **Três:** Sindesmófito em ponte.

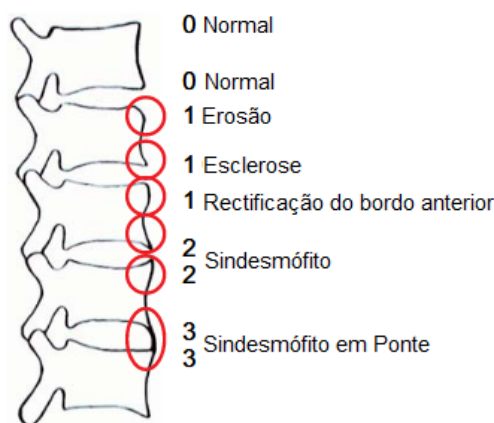


Figura 17: Exemplo de avaliação de exames radiológicos<sup>5</sup>

A pontuação do indivíduo, relativa a esta avaliação, é feita de forma automática sempre que algum parâmetro é alterado. Quanto menor a pontuação, melhor será a situação Clínica do indivíduo.

Repare-se que este cálculo é possível através do Menu “Ver” → “Cálculo” → “*mSASSS*”.

## AValiação

Esta secção permite avaliar a actividade da doença através do “*ASDAS – Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score*” (Figura 18). Este inclui avaliação da proteína C reactiva (PCR), a avaliação global do paciente e algumas questões do BASDAI (dores periféricas, dor axial, duração da rigidez matinal), resultando numa única pontuação que proporciona uma melhor validação, capacidade de discriminação aprimorada e uma sensibilidade melhorada relativamente à mudança de variáveis<sup>4</sup>.

4. Janu F, Almeida J, Serra S, Amaral C, Machado P. Caracterização de Doentes com Espondilite Anquilosante em Hidrocinoterapia – Uma Avaliação Multidimensional. 2012;25(5):301-307.

5. Ankylosing Spondylitis International Federation. m-SASSS: Modified Stoke Ankylosing Spondylitis Spinal Score, a composite index characterizing radiologic changes in the spine of patients with ankylosing spondylitis. 2005;3. [www.spondylitis-international.org](http://www.spondylitis-international.org)

ASDAS - Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score

Dores de Costas :	<input type="text" value="0,00"/>	( Pergunta número 2 da secção Actividade - BASDAI )
Duração da Rigidez Matinal :	<input type="text" value="0,00"/>	( Pergunta número 6 da secção Actividade - BASDAI )
Dor Periférica / Inchaço :	<input type="text" value="0,00"/>	( Pergunta número 3 da secção Actividade - BASDAI )
Avaliação Global do Paciente :	Em média o quão activa foi a sua doença durante a última semana ? <div> <div>Pouco</div> <div><div></div></div> <div>Muito</div> </div>	
Proteína-C Reactiva (PCR) :	<input type="text" value="0,00"/> mg/dL	(0.5 - 0.8)
Velocidade de Sedimentação (VS) :	<input type="text" value="0,00"/> mm/hr	

Pontuação ASDAS - PCR

Pontuação ASDAS - VS

Figura 18: Parâmetro que calcula a avaliação global do indivíduo afectado pela patologia.

Desta secção resultam duas pontuações finais, uma que tem em conta a Proteína C reactiva (preferida) e outra que tem em conta a Velocidade de Sedimentação (alternativa).

Os três primeiros campos são alterados automaticamente, dependendo da resposta que o utilizador deu nas perguntas da secção “Actividade”. Os restantes campos terão que ser preenchidos nesta secção. As pontuações são calculadas automaticamente.

## ESTADO

Esta área permite ao utilizador ver em que estado se encontra a interface (Figura 19). Este dispõe de uma caixa de texto que vai sendo actualizada conforme as tarefas que o utilizador realiza, isto é, permite averiguar se os comandos foram realizados com sucesso ou não e, caso não sejam, indica o que correu mal, de maneira a ajudar o utilizador.

Estado

Estado

Score de BASDAI determinado com sucesso!  
Score de BASFI determinado com sucesso!  
Score de mSASSS determinado com sucesso!  
Determinação do IMC com sucesso

Figura 19: Janela do estado onde o utilizador pode confirmar se os comando foram ou não executados.

## EVOLUÇÃO

A janela de apresentação da interface dispõe ainda de um botão designado por “Evolução”, que permite ver a evolução clínica do paciente (Figura 20) através dos seguintes passos:

- Carregar no botão “Evolução”;
- Procurar o paciente de que se pretende ver a evolução;
- Carregar no botão “Abrir”.

Ao seguir estes passos, o programa procura na Base de Dados todas as observações feitas para aquele indivíduo, através do seu **Número de Utente**, e retira todos os parâmetros clínicos que estão guardados, construindo um gráfico de progressão. Este contém então:

- **IMC;**
- **PCR;**
- **VS;**
- **BASDAI;**
- **BASFI;**
- **BASMI;**
- **mSASSS;**
- **Estimativa do Ângulo da Cifose Dorsal;**
- **Estimativa do Ângulo da Lordose Lombar;**
- **ASDAS-PCR;**
- **ASDAS-VS.**

É de referir que, tal como na componente “Nova Observação”, ao carregar no botão “Evolução” irá abrir uma janela, semelhante à da Figura 3, onde o utilizador escolhe o paciente pretendido.

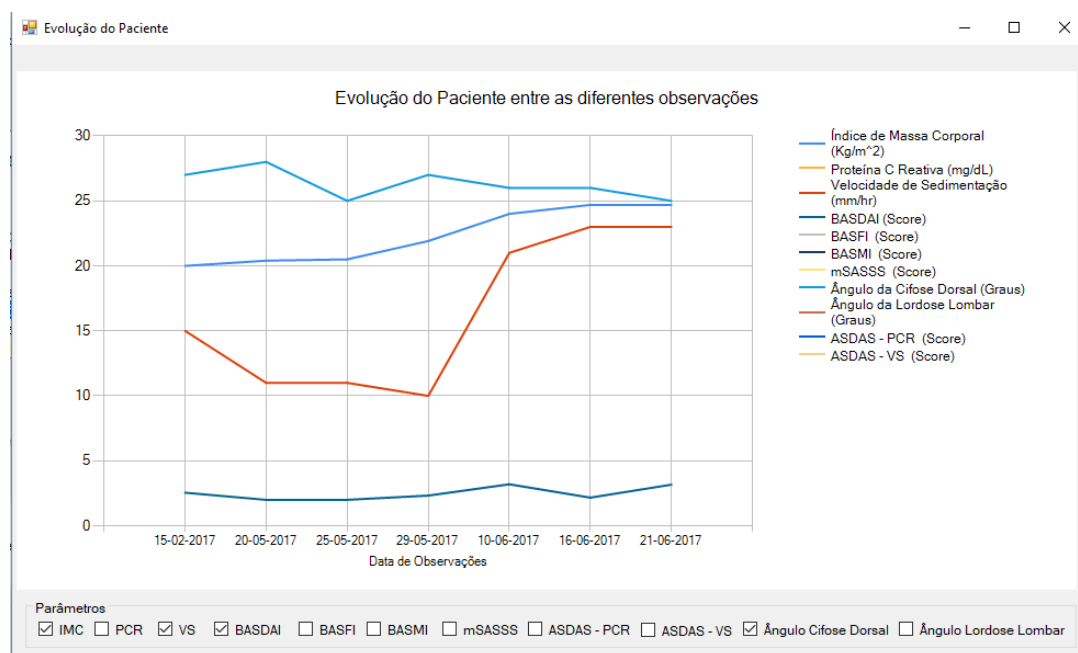


Figura 20: Janela onde o utilizador pode ver a evolução do indivíduo ao longo do tempo.

O gráfico apresenta no eixo das abcissas as datas de observação de forma crescente e no eixo das ordenadas a pontuação, relativamente às variáveis, que o utilizador deseja visualizar. Por baixo do gráfico, encontra-se uma secção, “Parâmetros”, onde o utilizado escolhe os parâmetros que pretende visualizar no gráfico, podendo marcar e desmarcar conforme a sua vontade.



A P Ê N D I C E



## QUESTIONÁRIOS

## Critérios Classificação e Dados Gerais

1. Assinale nas Tabelas os **Critérios de Diagnóstico** apresentados pelo doente

### Critérios ASAS SpA Axial

- ☐ SI (RX ou RMN) + 1 Critério SpA
- ☐ HLA B27 + 2 Critérios SpA

Manifestações SpA\*:

- ☐ Dor lombar inflamatória
- ☐ Artrite
- ☐ Entesite
- ☐ Uveite
- ☐ Dactilite
- ☐ Psoríase
- ☐ Crohn's / colite
- ☐ Boa resposta aos AINEs
- ☐ História familiar de SpA
- ☐ HLA B27

### Critérios NY Modificados

Radiológicos	
<input type="checkbox"/>	Sacroileite unilateral classe III ou IV
<input type="checkbox"/>	Sacroileite bilateral classe II
Clínicos	
<input type="checkbox"/>	Dor lombosagrada e rigidez com mais de 3 meses de evolução que melhora com exercício e piora com repouso
<input type="checkbox"/>	Limitação da mobilidade da coluna lombar nos planos frontal e sagital
<input type="checkbox"/>	Limitação da mobilidade torácica

2. Relativamente a situações patológicas concomitantes: O doente apresenta manifestações extra-articulares da doença?

Não ☐ Sim ☐ (Se sim, indique-as na tabela abaixo):

No passado ou no presente	sim	Comentário
1. Irite / uveite anterior	<input type="checkbox"/>	
2. Dactilite	<input type="checkbox"/>	
3. Entesite	<input type="checkbox"/>	
4. Psoríase ungueal	<input type="checkbox"/>	
4. Pustulose palmo-plantar	<input type="checkbox"/>	
5. Psoríase (outra local)	<input type="checkbox"/>	
6. Acne conglobata	<input type="checkbox"/>	
7. Balanite	<input type="checkbox"/>	
8. Uretrite	<input type="checkbox"/>	
9. Prostatite	<input type="checkbox"/>	
10. Manif. renal	<input type="checkbox"/>	
11. Doença Intestinal Inflamatória	<input type="checkbox"/>	
12. Manif. cardíaca	<input type="checkbox"/>	
13. Manif. pulmonar	<input type="checkbox"/>	
14. Manif. neurológica	<input type="checkbox"/>	

3. Que tipo de **envolvimento atual** apresenta?

Axial ☐ Periférico ☐ Misto ☐ Entesopático ☐

### Caracterização Sócio-Demográfica

1. Data de nascimento do doente: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (dd/mm/aaaa)

2. Sexo: Masculino ☐ Feminino ☐

3. Altura: \_\_\_\_ cm

4. Peso: \_\_\_\_ Kg

5. Data de início dos sintomas: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (dd/mm/aaaa)

6. Data do diagnóstico: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (dd/mm/aaaa)

7. Lateralidade: Dextro ☐ Sinistro ☐

8.

8.1. Distrito/Localidade onde reside: \_\_\_\_\_

8.2. Distrito/Localidade de naturalidade: \_\_\_\_\_

9. Qual foi o grau de ensino que completou:

- ☐ Doutoramento
- ☐ Mestrado
- ☐ Ensino Universitário ou equivalente
- ☐ Curso Técnico ou Profissional
- ☐ 3º Ciclo, Ensino Secundário, Complementar
- ☐ Ensino Primário completo ou Ciclo preparatório
- ☐ Ensino Primário incompleto ou nulo

10. Qual a sua situação profissional actual:

- ☐ Trabalhador a tempo inteiro
- ☐ Trabalhador a tempo parcial
- ☐ Desempregado
- ☐ Reformado; Se Sim devido à doença? Sim ☐ Não ☐
- ☐ Baixa; Se Sim devido à doença? Sim ☐ Não ☐ Data início: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
- ☐ Doméstica (está em casa)
- ☐ Estudante

Indique a sua profissão: \_\_\_\_\_

11. Data de realização da radiografia: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (dd/mm/aaaa)

12. Estado civil: \_\_\_\_\_

13. Agregado familiar: \_\_\_\_\_

14. Já realizou alguma cirurgia abdominal? Quantas? \_\_\_\_\_

15. Já realizou alguma cirurgia torácica? Quantas? \_\_\_\_\_

16. Já realizou alguma cirurgia à coluna vertebral? Quantas? \_\_\_\_\_

17. Posição mais adoptada ao longo do dia:



- ☐ Sentado
- ☐ Pé
- ☐ Ambas

18. Número médio de horas em que está nessa posição diariamente:

- ☐ < 5
- ☐ entre 5 e 8 horas
- ☐ > 8 horas

19. Número médio de horas de sono por noite:

- ☐ < 5
- ☐ 5
- ☐ 6
- ☐ 7
- ☐ 8
- ☐ 9
- ☐ >9

20. Número / tamanho do calçado: \_\_\_\_\_

21. Tipo de calçado mais utilizado:

- ☐ Sapato      Tamanho do salto: \_\_\_\_\_
- ☐ Tênis
- ☐ Chinelo
- ☐ Outro      Qual: \_\_\_\_\_

22. (Responder apenas caso seja do sexo feminino) Número de gravidezes: \_\_\_\_\_

### **Avaliação Clínica**

#### **1. BATH ANKYLOSING SPONDYLITIS METROLOGY ÍNDEX (BASMI)**

	0	1	2	
Tragus / Parede	< 15 cm	15-30 cm	> 30 cm	
Schober	> 4 cm	2-4 cm	< 2 cm	
Rotação cervical	> 70º	20-70º	< 20º	
Schober lateral	> 10 cm	5-10 cm	< 5 cm	
Distância intermaleolar	> 100 cm	70-100 cm	< 70 cm	
<i>Score total</i>				

Expansão Totática: \_\_\_\_\_

**2. Entesite (ÍNDICE DE MASES): 1. Sim ☐ Não ☐**

1. 1ª Condrocotal ( Dta. \_\_\_\_ ) (Esq. \_\_\_\_ )
2. 7ª Condrocotal ( Dta. \_\_\_\_ ) (Esq. \_\_\_\_ )
3. Crista ilíaca ( Dta. \_\_\_\_ ) (Esq. \_\_\_\_ )
4. Espinha ilíaca antero-superior (Dta. \_\_\_\_ ) (Esq. \_\_\_\_ )
5. Espinha ilíaca postero-superior (Dta. \_\_\_\_ ) (Esq. \_\_\_\_ )

6. Apófise espinhosa L5 ( \_\_\_\_ )  
 7. Inserção tendão Aquiles (Dta. \_\_\_\_ ) (Esq. \_\_\_\_ )

TOTAL:

### 3. ÍNDICE ARTICULAR DE RITCHIE

DIREITO			ESQUERDO	
DOR	TUMEFACÇÃO		DOR	TUMEFACÇÃO
		ATM		
		ACROMIOCLAVICUL		
		ESTERNOCLAVICUL		
		OMBROS		
		COTOVELO		
		PUNHOS		
		MCF-1		
		MCP-2		
		MCP-3		
		MCP-4		
		MCP-5		
		IF-1		
		IFP-2		
		IFP-3		
		IFP-4		
		IFP-5		
		IFD-2		
		IFD-3		
		IFD-4		
		IFD-5		
	SS	ANCA		SS
		JOELHO		
		TTARSICA		
		TARSO		
		MTF-1		
		MTF-2		
		MTF-3		
		MTF-4		
		MTF-5		
		IF-1		
		IFP/IFD-2		
		IFP/IFD-3		
		IFP/IFD-4		
		IFP/IFD-5		

NOTA: Classificação de 0,1.

### 4. Parâmetros de Inflamação


VS: \_\_\_\_ mm 1ª hora (data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_)  
 PCR: \_\_\_\_ mg/dl (data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_)

### 5. Cálculo de ASDAS

5a. ASDAS VS:  
5b. ASDAS PCR:

#### **9. AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DA DOENÇA PELO MÉDICO**

Por favor coloque uma cruz sobre a linha abaixo para descrever o grau atual da atividade da doença.

Não Ativa  Extremamente Ativa

**POR FAVOR, VERIFIQUE SE TODAS AS PERGUNTAS FORAM RESPONDIDAS**

**MUITO OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO**



## Parte B

Acreditamos que você, que tem espondiloartrite axial radiográfica (espondilite anquilosante) ou não radiográfica, é quem mais sabe sobre as consequências da doença, e quem mais nos pode ajudar a conhecê-las. **A SUA PARTICIPAÇÃO É INDISPENSÁVEL.** Este projecto procura conhecer melhor a sua doença. Todos os dados recolhidos são anónimos e confidenciais.

Neste questionário, procuramos saber qual a sua condição física, qual a sua qualidade de vida e quais os aspectos mais importantes da sua saúde. Para tal, é importante que responda a todas as questões, da forma mais completa possível, certificando-se que dá apenas uma resposta a cada questão.

**Agradecemos a sua colaboração, bem como a sua disponibilidade.**

**QUESTIONÁRIO A PREENCHER PELO DOENTE**  
**Parte B**

Código | \_ | \_ | \_ | \_ | \_ |

DATA \_ / \_ / \_

**BATH ANKYLOSING SPONDYLITIS DISEASE ACTIVITY INDEX (BASDAI)**

Por favor, coloque uma cruz (**X**) sobre as linhas horizontais para indicar a sua resposta a cada uma das questões seguintes, referentes à sua doença na **ÚLTIMA SEMANA**:

- 1) Como descreveria a fadiga e cansaço que experimentou?

Ausente \_\_\_\_\_ Muito  
intenso

- 2) Como descreveria a dor no pescoço, costas ou ancas devido à sua doença?

Ausente \_\_\_\_\_ Muito  
intenso

- 3) Como descreveria a dor-inchaço nas articulações que não sejam o pescoço, costas ou ancas?

Ausente \_\_\_\_\_ Muito  
intenso

- 4) Como descreveria o incómodo que sentiu nas zonas dolorosas ao tacto ou à pressão?

Ausente \_\_\_\_\_ Muito  
intenso

- 5) Como descreveria a intensidade/ grau de rigidez matinal que tem tido ao acordar?

Ausente \_\_\_\_\_ Muito  
intenso

- 6) Qual a duração da rigidez matinal após acordar?

\_\_\_\_\_

0 horas      1/2 hora      1 hora      1 1/2 horas      2 horas ou mais

**BATH ANKYLOSING SPONDYLITIS FUNCTIONAL INDEX (BASFI)**

Assinale, por favor, com uma cruz (**X**) na caixa, indicando o seu nível de capacidade relativamente a cada uma das atividades que se seguem, referentes à sua doença no decurso da **ÚLTIMA SEMANA**:

1. Colocar as meias ou collants sem ajudas ou auxiliares (por exemplo, dispositivo para vestir meias)?

2. Dobrar-se para a frente para apanhar uma caneta do chão sem ajudas ou auxiliares?

3. Chegar a uma prateleira alta sem ajudas ou auxiliares (por exemplo, dispositivo para preensão de objetos com cabo extensível)?

4. Levantar-se de uma cadeira sem braços, sem usar as mãos ou qualquer outra ajuda?

5. Consegue virar-se/voltar-se na cama, sem ajuda?

6. Manter-se de pé, sem auxílio, durante 10 minutos, sem desconforto?

7.Subir 12-15 degraus de escada sem usar o corrimão ou sem ajuda, sem parar nos degraus?

8.Olhar para trás sem ter de rodar o corpo?

9. Executar tarefas que requerem esforço físico (por exemplo, exercícios de fisioterapia, jardinagem ou desportos)?

10.Completar todas as tarefas do dia, em casa ou no trabalho?

### BATH ANKYLOSING PATIENT GLOBAL SCORE (BASG)

Por favor coloque uma cruz (X) sobre a linha abaixo para indicar o efeito que a sua doença tem tido no seu bem-estar durante a **ÚLTIMA SEMANA**.









## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Tabela D.1: Análise descritiva das variáveis em estudo.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
<b>Idade</b>	26	72	47	15
<b>Altura (m)</b>	1,54	1,87	1,7	0,1
<b>Peso (Kg)</b>	51,0	91,6	78	11
<b>IMC</b>	21,50	31,24	26	3
<b>Nº horas que dorme por noite</b>	5	8	6,3	0,8
<b>Nº de calçado</b>	35	46	42	4
<b>BASDAI</b>	0,39	8,10	3	2
<b>BASFI</b>	0,20	8,40	2	2
<b>BASMI</b>	0,00	1,40	0,4	0,4

Tabela D.2: Análise de frequência por intervalos da idade.

<b>Idade (anos)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentagem %</b>
<b>&lt;44</b>	6	54,5
<b>&gt;= 44</b>	5	45,5

Tabela D.3: Análise de frequência por intervalos da altura.

<b>Altura (metros)</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentagem %</b>
<b>&lt;= 1,70</b>	5	45,5
<b>&gt;1,70</b>	6	54,5

Tabela D.4: Análise de frequência por intervalos do imc consoante o género do indivíduo.

IMC	Frequência	Percentagem %
<b>Alto Masculino: &gt;26,5</b>	4	44,4
<b>Normal Masculino: 20,7 - 26,4</b>	5	55,6
<b>Alto Feminino: &gt;25,9</b>	1	50,0
<b>Normal Feminino: 19,1 - 25,8</b>	1	50,0

Tabela D.5: Análise de frequência das variáveis em estudo para caracterização da amostra.

<b>Variável</b>	<b>Opção</b>	<b>Frequência</b>	<b>Percentagem (%)</b>
<b>Género</b>	Feminino	2	81,8
	Masculino	9	18,2
<b>Nacionalidade</b>	Portuguesa	9	81,8
	Moçambicana	1	9,1
	Francesa	1	9,1
<b>Naturalidade</b>	Lisboa	5	45,5
	Leiria	1	9,1
	Bragança	1	9,1
	Évora	1	9,1
	Cascais	1	9,1
	Moçambique	1	9,1
	França	1	9,1
<b>Residência</b>	Lisboa	7	63,6
	Cascais	3	27,3
	Sintra	1	9,1
<b>Habilitações Literárias</b>	Nenhuma	1	9,1
	Secundário ou 3º Ciclo	5	45,5
	Licenciatura	5	45,5
<b>Profissão</b>	Representantes do poder legislativo e de órgãos executivos, dirigentes, directores e gestores executivos	1	9,1
	Especialistas das actividades intelectuais e científicas	3	27,3
	Técnicos e profissões de nível intermédio	2	18,2
	Trabalhadores dos serviços pessoais, de protecção e segurança e vendedores	1	9,1
	Trabalhadores não qualificados	3	27,3
	Estudante	1	9,1
<b>Situação Profissional</b>	Tempo inteiro	9	81,8
	Reformado	2	18,2
<b>Posição mais adoptada</b>	Sentado	6	54,5
	de Pé	5	45,5
<b>Nº horas nessa posição</b>	<5 horas	1	9,1
	entre 5 e 8 horas	6	54,5
	>8 horas	4	36,4

Tabela D.6: Coeficiente de *Spearman* para análise da correlação entre as coordenadas de cada vértebra, para cada série.

<b>D6</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,7	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,3	0,3	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>C7</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,6	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,5	0,4	1,0	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D1</b>	<b>D1</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,8	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,5	0,5	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D2</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,6	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,4	0,6	1,0	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D3</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,8	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,5	0,7	1,0	0,5	0,4	1,0	0,9	0,9	1,0

<b>D4</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,6	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,4	0,2	1,0	0,4	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D5</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,7	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,2	0,2	1,0	0,6	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

Tabela D.7: Coeficiente de *Spearman* para análise da correlação entre as coordenadas de cada vértebra, para cada série.

<b>D6</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,7	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,2	0,5	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D7</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-
Aq3	0,4	0,6	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0

<b>D8</b>	<b>D1</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-
Aq3	0,4	0,6	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0

<b>D9</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,6	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D10</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,7	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,6	0,6	1,0	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D11</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,7	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,7	0,6	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D12</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,7	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,6	0,7	1,0	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0

Tabela D.8: Coeficiente de *Spearman* para análise da correlação entre as coordenadas de cada vértebra, para cada série.

<b>L1</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,5	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,4	0,9	1,0	0,8	0,8	1,0	0,9	1,0	1,0

<b>L2</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,7	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,5	0,7	1,0	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>L3</b>	<b>D1</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,6	1,0	-	0,6	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,4	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>L4</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,5	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,7	0,5	1,0	0,8	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0

<b>L5</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 1</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,7	1,0	-	0,5	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,3	0,4	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>C6</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,8	0,8	1,0	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>C7</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,8	0,8	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

Tabela D.9: Coeficiente de *Spearman* para análise da correlação entre as coordenadas de cada vértebra, para cada série.

<b>D1</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,8	0,7	1,0	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D2</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,9	0,8	1,0	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D3</b>	<b>D1</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,8	0,8	1,0	0,4	0,7	1,0	0,9	1,0	1,0

<b>D4</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,7	0,6	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D5</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,7	0,6	1,0	0,8	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D6</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,8	0,9	1,0	0,7	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D7</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,9	0,8	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

Tabela D.10: Coeficiente de *Spearman* para análise da correlação entre as coordenadas de cada vértebra, para cada série.

<b>D8</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,8	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,9	0,7	1,0	0,6	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D9</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,8	1,0	-	0,6	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,7	0,4	1,0	0,6	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D10</b>	<b>D1</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,7	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,5	0,6	1,0	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D11</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,7	0,9	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D12</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	1,0	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,8	0,7	1,0	0,8	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>L1</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,8	0,6	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>L2</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,6	1,0	-	0,6	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,6	0,7	1,0	0,7	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0



Tabela D.11: Coeficiente de *Spearman* para análise da correlação entre as coordenadas de cada vértebra, para cada série.

<b>L3</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,6	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,7	0,7	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>L4</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,5	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,4	0,6	1,0	0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>L5</b>	<b>D1</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 2</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,4	1,0	-	0,2	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,4	0,4	1,0	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>C6</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,9	0,8	1,0	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>C7</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-
Aq3	0,8	0,8	1,0	0,8	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D1</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-
Aq3	0,8	0,8	1,0	0,8	0,7	1,0	0,8	1,0	1,0

<b>D2</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-
Aq3	0,9	0,8	1,0	0,8	0,7	1,0	0,8	1,0	1,0

Tabela D.12: Coeficiente de *Spearman* para análise da correlação entre as coordenadas de cada vértebra, para cada série.

<b>D3</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	1,0	1,0	-	0,7	1,0	-	0,9	1,0	-
Aq3	0,8	0,8	1,0	0,8	0,6	1,0	0,9	1,0	1,0

<b>D4</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,6	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,4	0,5	1,0	0,9	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D5</b>	<b>D1</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-
Aq3	0,3	0,4	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0

<b>D6</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-
Aq3	0,8	0,7	1,0	0,8	0,7	1,0	0,9	1,0	1,0

<b>D7</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,8	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,6	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D8</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,9	1,0	-	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-
Aq3	0,6	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D9</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,5	1,0	-	0,7	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,5	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

Tabela D.13: Coeficiente de *Spearman* para análise da correlação entre as coordenadas de cada vértebra, para cada série.

<b>D10</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,7	1,0	-	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-
Aq3	0,7	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D11</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,7	1,0	-	0,5	1,0	-	0,9	1,0	-
Aq3	0,5	0,8	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>D12</b>	<b>D1</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,7	1,0	-	0,6	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,6	0,8	1,0	0,7	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>L1</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,5	1,0	-	0,6	1,0	-	0,9	1,0	-
Aq3	0,6	0,8	1,0	0,7	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0

<b>L2</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,4	1,0	-	0,7	1,0	-	0,8	1,0	-
Aq3	0,7	0,8	1,0	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0

<b>L3</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	0,2	1,0	-	0,5	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,5	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>L4</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	-0,1	1,0	-	0,4	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,3	0,4	1,0	0,6	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>L5</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>Série 3</b>	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3	Aq1	Aq2	Aq3
Aq1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
Aq2	-0,1	1,0	-	0,2	1,0	-	1,0	1,0	-
Aq3	0,1	0,5	1,0	0,3	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0

Tabela D.14: Coeficiente de *Spearman* para análise da correlação entre a média das coordenadas, de cada vértebra entre séries.

Média C6	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,9	1,0	-	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-
S3	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0

Média C7	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,9	0,9	1,0	0,8	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0

Média D1	D1			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0

Média D2	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0

Média D3	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,8	1,0	-	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-
S3	0,7	0,9	1,0	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0

Média D4	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Média D5	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,8	0,7	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

Tabela D.15: Coeficiente de *Spearman* para análise da correlação entre a média das coordenadas, de cada vértebra entre séries.

Média D6	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,7	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,6	0,8	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0

Média D7	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,8	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,7	0,8	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0

Média D8	D1			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,7	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,7	0,7	1,0	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

Média D9	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-
S3	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0

Média D10	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,7	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,7	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	1,0

Média D11	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	0,9	1,0	1,0

Média D12	X			Y			Z		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,7	1,0	-	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-
S3	0,9	0,7	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0

Tabela D.16: Coeficiente de *Spearman* para análise da correlação entre a média das coordenadas, de cada vértebra entre séries.

<b>Média</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>L1</b>	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,6	1,0	-	0,9	1,0	-	0,9	1,0	-
S3	0,8	0,6	1,0	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>Média</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>L2</b>	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,8	1,0	-	0,8	1,0	-	0,9	1,0	-
S3	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	1,0	1,0	0,9	1,0

<b>Média</b>	<b>D1</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>L3</b>	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,8	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>Média</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>L4</b>	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,6	1,0	-	0,8	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,5	0,6	1,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0

<b>Média</b>	<b>X</b>			<b>Y</b>			<b>Z</b>		
<b>L5</b>	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
S1	1,0	-	-	1,0	-	-	1,0	-	-
S2	0,5	1,0	-	0,5	1,0	-	1,0	1,0	-
S3	0,3	0,8	1,0	0,8	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0

A P É N D I C E



P Ó S T E R





# Vertebral Metrics - Evaluation of vertebral column biomechanics in individuals with ankylosing spondylitis

A. Soares<sup>1</sup>, A.T. Gabriel<sup>1</sup>, F. Pimentel-Santos<sup>2,3</sup> and C. Quaresma<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LIBPhys, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Monte da Caparica, Portugal

<sup>2</sup> Serviço de Reumatologia, Hospital Egas Moniz, CHLO, Lisboa, Portugal

<sup>3</sup> CEDOC - Centro de Estudos de Doenças Crônicas da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, Portugal

E-mail: acd.soares@campus.fct.unl.pt

This study is part of the 2M + 2BC project: "Evaluation of muscle, gait, balance, biomechanics of the spine and body composition in axial Spondylarthritis".

It will be conducted in partnership with the Faculty of Medical Sciences and it will be held at CEDOC. The representative sample of the population (20 people) will be collected, according to the inclusion criteria, through the hospital Egas Moniz.

## Introdução

The analysis of the biomechanical alterations in the spine, while standing, is of extreme relevance, but has been hampered by the inexistence of non-invasive methodologies that make the overall analysis of the spine.

Ankylosing Spondylitis is a chronic rheumatologic disease of an inflammatory nature and unknown etiology, that decreases the quality of life of the individual [1, 3]. It appears in the 2nd or 3rd decade of life and affects, predominantly, the joints between the vertebra causing back pain and changes in the spine's biomechanical function[2].

## Objectives

The main goals of this project are:

- Identify and provide detailed analysis of all the possible spine changes of patients that suffer from Ankylosing Spondylitis;
- Improve the already existing graphic interface, adapting it to the rheumatology research area and improving its visual spine related component;
- Create a database for all the registered parameters.

## ➤ Vertebral Metrics

It is a device that automatically evaluates the tridimensional position of each vertex of the spinal processes, from the first cervical to the first sacral vertebra, thus providing a global analysis of the spine[4].

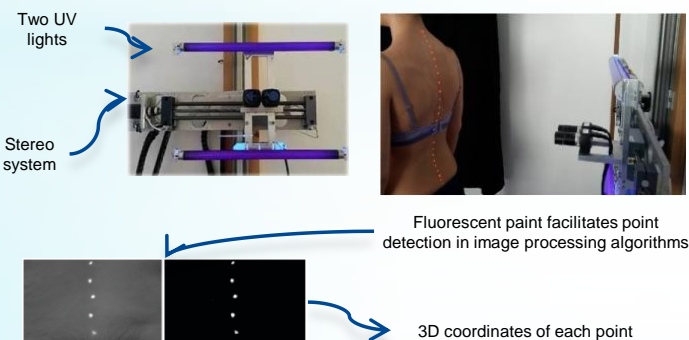


Figure 1: Evolution of Ankylosing Spondylitis



Figure 2: Invasive Analysis

## ➤ Clinical Analysis interface

It has been designed to:

- Provide a more complete and integrated analysis of the biomechanics of the spine;
- Monitoring the clinical evolution of each patient.

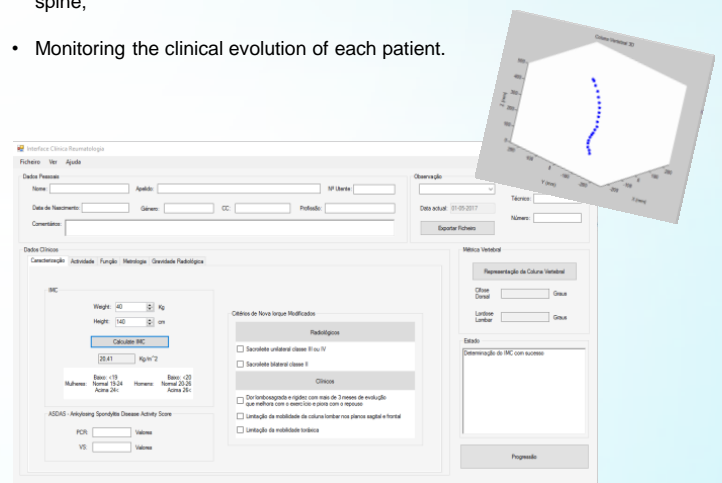


Figure 3: Clinical rheumatology interface and the 3D representation of the vertex of the spinal processes.

## Experimental procedure

- Mark spinous processes (C1 to S1) with a fluorescent marker;
- Place the patient with his back turned to the Vertebral Metrics and on top of an A3 paper sheet
- Mark the feet position of the patient on the paper sheet;
- Automatic data collection with the Vertebral Metrics;
- Obtain the 3D position of each spinal apophysis and the angles of the spinal curvatures.

## Conclusion

This study has a high clinical impact because it will be the first time that the Vertebral Metrics will be used in a degenerative rheumatologic pathology. Its non-invasive nature allows quantitative measurements of the biomechanical changes of the vertebral column that occur over time.

## Acknowledgements

This poster had the financial support of the Fundação para a Ciência e Tecnologia, through its project UID/FIS/04559/2013

## Referências

- Braun, J. et al.: Magnetic resonance imaging examinations of the spine in patients with ankylosing spondylitis, before and after successful therapy with infliximab: Evaluation of a new scoring system. Arthritis Rheum. 48, 4, 1126–1136 (2003).
- Martins, N. et al.: Exercise and ankylosing spondylitis with New York modified criteria: a systematic review of controlled trials with meta-analysis. Acta Reum. Port. 39, 298–308 (2014).
- Pimentel-Santos, F.M. et al.: Spectrum of ankylosing spondylitis in Portugal. Development of BASDAI, BASFI, BASMI and mSASSS reference centile charts. Clin. Rheumatol. 31, 3, 447–454 (2011).
- Quaresma, C.R.P.: Alterações Biomecânicas da Coluna Vertebral durante a Gravidez. FCT-UNL (2010).

